الأساليب الكمية في إدارة الأعمال

Quantitative Methods in Business Administration

الاستاذ الدكتور
محمد الفاتح محمود بشير المغربى

الأساليب الكمية في إدارة الأعمال
الاستاذ الدكتور
محمد الفاتح محمود بشير المغربى

الأساليب الكمية في

إدارة الأعمال

جميع الحقوق محفوظة

الطبعة الأولى

٢٠١٧ م

المملكة الأردنية الهاشمية

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(٢٠١٦ /٧/ ٢٩٨٧)

رقم التصنيف: ٦٥٨

المؤلف وهو من في حكمه:المغربي،مُحَمَّد الفاتح محمود بشير /// مُحَمَّد الفاتح محمود بشير المغربي

عنوان الكتاب:الاساليب الكمية في ادارة الاعمال

عمان: دار الجنان، ٢٠١٦

( ) ص

الواصفات: ادارة الاعمال/

تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل المكتبة الوطنية

ISBN ٩٧٨-٩٩٥٧-٥٩٤-٧٢-٥ (ردمك)

دار الجنان للنشر والتوزيع

الأردن – عمان – العبدلي – مركز جوهرة القدس – الطابق L

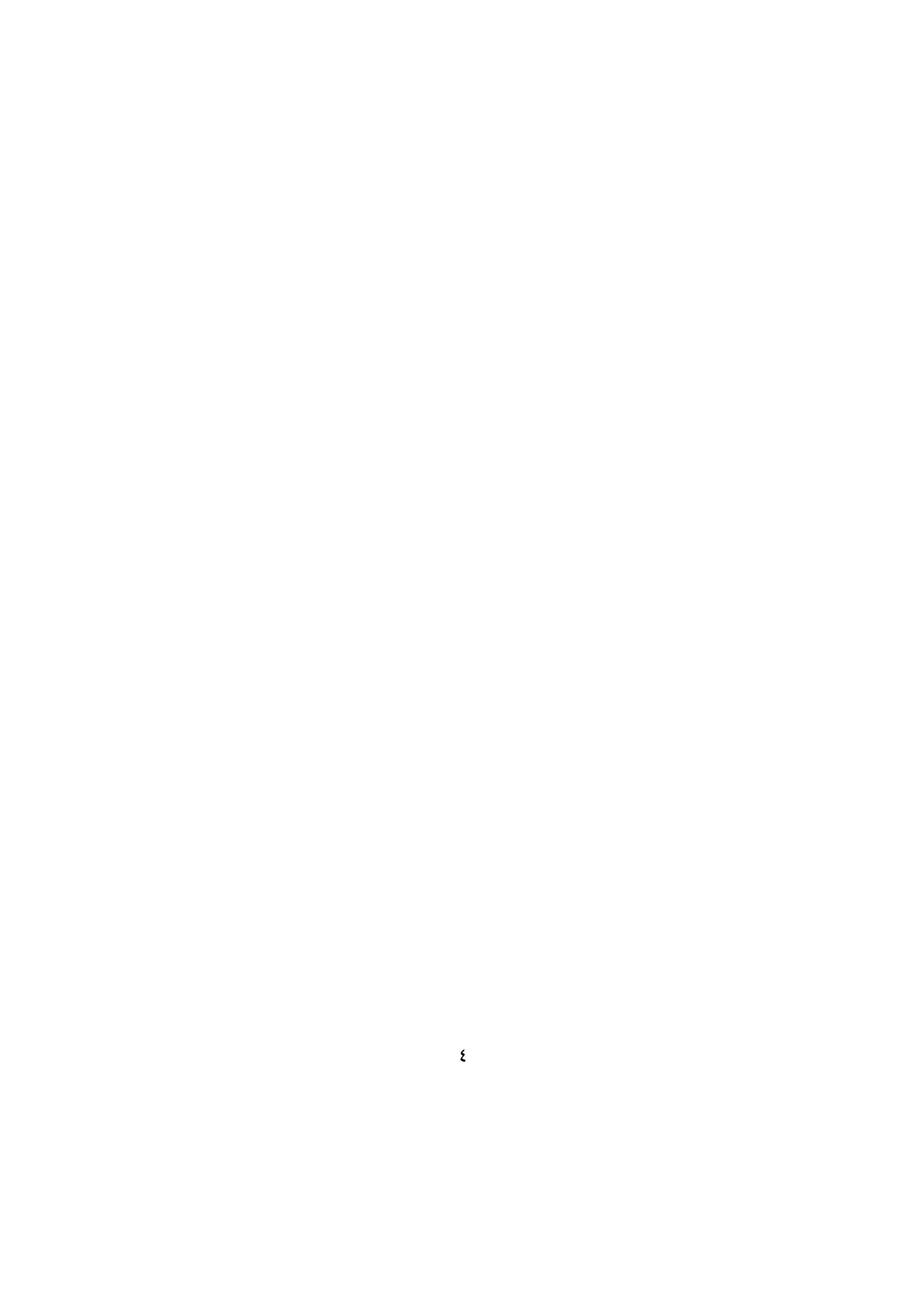
تلفاكس ٤٦٥٩٨٩١ – ٠٦ – ٠٠٩٦٢ ص.ب: ٩٢٧٤٨٦ عمان ١١١٩٠ الأردن

- E-mail: dar_ jenan@yahoo.com

www.daraljenan.com

الأساليب الكمية في
إدارة الأعمال

أ.د/ محمد الفاتح محمود بشير المغربي
أستاذ إدارة الأعمال المشارك
جامعة القرآن الكريم والعلوم الإسلامية
كلية العلوم الإدارية



المقدمة

الإدارة في حاجة ماسة لوسيلة مساعدة ترشد قراراتها الإدارية وتجعلها تصل بأقل جهد واقصر زمن إلى القرارات المناسبة في الوقت المناسب، الأساليب الكمية لها قدرات كبيرة متنوعة فهي تحتوي على نماذج تمكن من رؤية الحالة الواقعية بسهولة ونماذج بيانية وتخطيطية ونماذج رياضية ونماذج وصفية تصف وتتنبأ بسلوك الحالة الطبيعية، ونماذج معيارية أو الأمثلية تدور حول الوصول للحل الأمثل مثل البرمجة الخطية ونماذج المخزون وكمية الطلبية الاقتصادية.

وهنالك نماذج مؤكدة في ظل التأكد الكامل والمعرفة التامة وهنالك النماذج الاحتمالية والنماذج التحليلية ونماذج المحاكاة.

الأساليب الكمية قد اتسعت بشكل كبير في استخداماتها وتطبيقاتها ونماذجها على مشكلات القرار وذلك بسبب ضخامة المنظمات وتعدد وتنوع واتساع البيئة.

يعتبر هذا الكتاب مقدمة في الأساليب الكمية، حيث تضمن مجموعة من النماذج الكمية التي تساعد متخذ القرار على اتخاذ قراره بشكل موضوعي وبعيداً عن الحكم الشخصي والتحيز، وقد تم استعراض هذه النماذج وتطبيقها بشكل سهل ومبسط، بحيث يستطيع القارئ ذو الخلفية العلمية أو المبتدئ أن يتابع ويفهم ومن ثم يطبق هذه النماذج. أي أن هذا الكتاب هو أقرب ما يكون إلى كتب التعليم الذاتي.

إن أهمية هذا الكتاب وفوائده لا تقتصر على طلبة البكالوريوس وإنما تتعدى ذلك لتصل إلى طلبة الدراسات العليا وكذلك رجال الأعمال وإن تبني المؤسسات المختلفة لكثير من النماذج التي يتضمنها الكتاب وتطبيقاتها الناجحة في الحياة العملية، حتم أن تطرح المواد ذات العلاقة في الجامعات وعلى مستوى الدراسات الدنيا والعليا، وعلى ذلك لابد من توفر الكتاب المناسب لمثل هذه المواد، وهذا ما دفع المؤلف إلى إعداد هذا الكتاب ليساهم مع مؤلفات الزملاء الآخرين في رفد المكتبة العربية بالكتب المتعلقة بالأساليب الكمية، وكذلك توفير الخيارات المناسبة لطلبة العلم ورجال الأعمال.

بدأ هذا الكتاب بمقدمة عن الأساليب الكمية حيث تناول الفصل الأول مقدمة في الأساليب الكمية والفصل الثاني الأساليب الكمية واتخاذ القرارات الإدارية أما الفصل الثالث البرمجة الخطية والفصل الرابع أهمية اتخاذ القرار في العمليات الإدارية واستراتيجيات القرارات في حالة عدم التأكد أما الفصل الخامس القرارات في حالة المخاطرة شجرة القرار البرمجة الخطية

وأسلوب تنفيذ المشروعات (بيرت – ورقابتها) والفصل السادس أسلوب ماركوف كأداة للتنبؤ والفصل السابع نماذج النقل والفصل الثامن الرقابة على الجودة ونظرية المنفعة والفصل التاسع نظرية الاحتمال والتوزيعات الاحتمالية والفصل العاشر تطبيقات على المعاينة والفصل الحادي عشر شبكات الأعمال.

وفي الختام فإننا نضع بين أيدي طلبتنا الأعزاء هذا الجهد المتواضع والذي يمثل محاولة بسيطة من قبلنا للإسهام في تزويد المكتبة العربية بكتاب في ميادين الإدارة.

سائلين الله التوفيق والسداد للجميع

أ.د/ محمد الفاتح محمود بشير المغربي

الفصل الأول

مقدمة في الأساليب الكمية

مقدمة:

تعتبر الأساليب الكمية (Quantitative Methods) وسيلة فعالة في ترشيد القرارات الإدارية من حيث الاقتصاد بالجهد والوقت والموارد وتحقيق الحل الأمثل والأفضل للمشكلات التي تواجه عالم الأعمال اليوم. حيث أن هذه المشكلات آخذة بالتزايد والتعقيد بشكل لم يعد بالإمكان الاعتماد على الطرق التقليدية السابقة وحدها التي تقوم على الخبرة والتقدير والاحكام الذاتية والحدس والبديهية وغيرها من القدرات الذاتية الخاصة. ولابد من أن هذه الأساليب الكمية لا يمكنها أن تحقق العقلانية الكاملة (Complete Rationality) ليس لقصور في هذه الأساليب عادة وإنما لقصور في الذين يستخدمون أو يطبقون هذه الأساليب. فالكثير من القرارات التي يتخذها الأفراد في المأكل والملبس والمسكن وغيرها تمثل حلولاً لمشكلاتهم بدون أية دراسة أو تحليل، يمكن أن تساعد على التوصل إلى الحلول الجيدة والمقبولة، وهذا ينطبق بقدر أو بآخر على المديرين الذين يميلون إلى حل الكثير من المشكلات بدون مراجعة علمية متأنية أو استخدام للأساليب الكمية أو الطريقة العلمية لأنهم يميلون إلى القرارات السريعة Quick Decisions)) التي تستند على خبراتهم الذاتية وتقديراتهم الخاصة دون إعطاء الفرصة أو الوقت الكافي لأنفسهم لاعتماد الأساليب الكمية التي تتطلب الجهد والوقت الضروريين في تحديد المشكلة وجمع البيانات وتحليلها ومعالجتها من أجل التوصل إلى الحل الأمثل. لهذه الأسباب نجد أن هربرت سايمون (H.Simon) يقترح مفهوم العقلانية المقيدة (Bounded Rationality) لوصف القرارات الإدارية في المنظمات، وذلك لأن المديرين لا تتوفر لهم البيانات الكافية وبسبب تعارض الأهداف (بضمنها الأهداف الذاتية)، لهذا فإن المديرين يبحثون عن القرارات المرضية (Satisfactory Ds.) بدلاً من القرارات المثلى (Optimal Ds.).

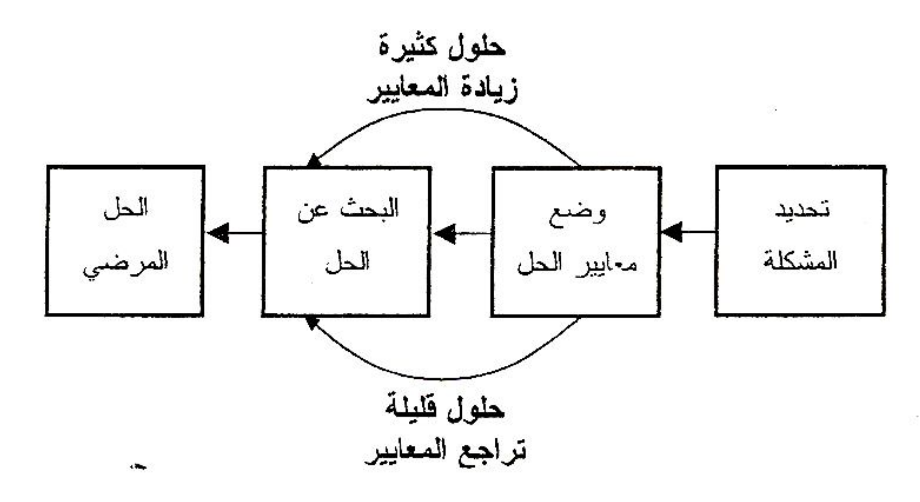
والشكل رقم (١) يوضح نموذج سايمون في صنع القرار، فمثلاً المعايير التي يضعها صانع القرار لمنتوجه كالبيع بسعر جيد مع زيادة في المبيعات بنسبة (١٠٪) عن العام الماضي قد يصطدم بمنافسة شديدة غير متوقعة في السوق أو علاقات غير مؤاتية مع العاملين داخل الشركة، مما

يجعله يراجع معاييره. وحسب نموذج سايمون فإن صانع القرار يبحث عن الحل المرضي وليس الحل الأمثل الذي وضعه وفق معاييره، وكلما كان عدد الحلول أقل كلما تراجعت معايير صانع القرار بدرجة أكبر.

أن نموذج سايمون يتسم بالواقعية ويجب مراعاته في دراسة وتطبيقات الأساليب الكمية. وذلك لأن المشكلات الإدارية شديدة التعقيد تتأثر بمتغيرات عديدة قد لا تكون الأساليب الكمية المستخدمة قد أخذت بها كلها خاصة وإن هذه الأساليب عادة ما تهتم بالعوامل الرئيسية (Major Factors) تاركة العوامل الأقل أهمية والفرعية خارج حساباتها مما يؤثر على الحلول التي تستهدف تحقيقها.

الشكل رقم (١)

نموذج سايمون في وضع القرار



ويشير بوفا (E.S.Buffa) إلى أن النقد الذي يوجه إلى علم الإدارة (علم النمذجة الرياضية أو الأساليب الكمية) هو أن النماذج التي يستخدمها قد تهمل بعض العوامل المعروفة ذات القيمة التنبؤية الجيدة. إلا أنه يقر من جهة أخرى بأن النماذج المعقدة الأكثر واقعية (أي التي تأخذ تلك العوامل لأقل أهمية بالإعتبار) قد تكون غير قابلة للحل. ومن جهة أخرى فإن الإستخدام للأساليب الكمية يعتمد أيضاً على كفاءة وخبرة القائم بتحليل المشكلة واستخدام الأسلوب أو النموذج الملائم لحلها. وذلك لأن الأساليب الكمية متعددة وذات الخصائص ومحددات ونقاط قوة ونقاط ضعف تختلف من أسلوب كمي لآخر مما يجعل تحديد الأسلوب أو النموذج الملائم

لكل مشكلة مسألة ضرورية في الاستخدام الكفوء والفعال لهذه الأساليب في حل المشكلات المختلفة.
هذا بالإضافة إلى أن الدراسات والمسوحات الكثيرة التي تناولت هذه الأساليب واستخدامها كشفت عن نقص واضح في معرفة صانعي القرار في المنظمات بهذه الأساليب مما يشكل عقبة رئيسية في فهمها والالتزام باستخدامها. ومع ذلك فإن الاهتمام بالأساليب الكمية يتزايد باستمرار مما يكشف عن أهمية وكفاءة هذه الأساليب في الدراسة والتحليل للمشكلات والتوصل إلى الحلول الكفوءة لها خاصة وإن تطور الحاسوب والبرامج التي تعتمد على هذه الأساليب أدى إلى سهولة استخدامها لإيجاد أفضل الحلول الممكنة لأعقد المشكلات الإدارية في المنظمات المختلفة.
لهذا يمكن القول أن النجاح في استخدام الأساليب الكمية بقدر ما يعتمد على الاختيار الملائم للأسلوب أو النموذج للمشكلة المدروسة، فإنه يعتمد على التسهيلات (Facilities) التي يقدمها الحاسوب في التعامل مع كمية كبيرة من البيانات وسرعة معالجتها والتوصل إلى أفضل الحلول الممكنة (The Best Possible Solutions) ومع ما يقدمه الحاسوب أيضاً من امكانات مهمة وفعالة في صنع القرارات الروتينية في ضوء متطلبات النموذج المستخدم. ويظل التزام الإدارة ودعمها يمثل شرطاً لابد منه في استخدام الأساليب الكمية ونجاحها في حل مشكلات القرار.

مفهوم الأساليب الكمية

لقد تطورت الأساليب الكمية منذ بداية هذا القرن العشرين حتى الآن بدرجة كبيرة إلى الحد الذي لم يعد ثمة شك في إن هذه الأساليب بقدر ما تتسم بالأساس العلمي والمنهجي القادر على التعامل مع المشكلات المختلفة والتوصل إلى الحلول الممكنة لها، فإنها تتسم بالتنوع والكثرة التي توفر إمكانات كبيرة من أجل الاستخدام الواسع والفعال في معالجة أعقد المشكلات الإدارية مما يجعل نطاق استخدامها واسعاً جداً. فهي قابلة للتطبيق في تحديد وحل المشكلات في جميع أنواع المنظمات: العسكرية والحكومية ومنظمات الأعمال والمنظمات غير الهادفة إلى الربح.
ويمكن تعريف الأساليب الكمية (Quantitative Methods) بأنها مجموعة الطرق والصيغ والمعدلات والنماذج التي تساعد في حل المشكلات على أساس عقلاني، كما يمكن تعريفها بأنها الآليات التي من خلالها يتم تنفيذ المدخل الكمي. ومن الواضح أن الأساليب الكمية هي أداة

تعتمد على التكميم (Quantification) وإمكانية القياس الموضوعي لمتغيرات المشكلة ومعايير القرار وذلك باستخدام الطرق والنماذج الرياضية في حل هذه المشكلة. فالمدخل الكمي (Quantitative Approach) يمثل الإطار الذي تستخدم فيه الأساليب الكمية، ويشير لومبا (N.P..Loomba) إلى أن المدخل الكمي للإدارة يتطلب أن تكون مشكلات القرار محددة وخاضعة للتحليل والحل بطريقة علمية منهجية منطقية مبينة على البيانات والوقائع والمعلومات والمنطق وليس الهوى والتخمين. والواقع أن الكثيرين من المختصين بالأساليب الكمية يستخدمون هذه الأساليب والطريقة العلمية (The Scientific Method) كمترادفين. كما أن وليم ستيفن (W.J.Stevenson) يحدد المدخل الكمي بأنه محاولة للتوصل بطريقة رياضية إلى الحلول المثلى للمشكلات الإدارية. لذا فإن المدخل الكمي يستند على مزايا النمذجة الرياضية (Mathematical Modeling) من أجل معالجة المشكلات ألإدارية مع الأخذ بالاعتبار أن النماذج الرياضية ليست بدرجة واحدة من التعقيد والتجريد (Abstraction) وإنما هي ذات مستويات متعددة من الصعوبة والتعقيد بدء من النماذج الأبسط كما هو الحال في نموذج (أ ب ج) أو ما يسمى بتحليل باريتو ونقطة التعادل (Break - Even Point) وصولاً إلى النماذج الأكثر تعقيداً كما هو الحال في البرمجة الخطية وغير الخطية ونماذج الانتظار ونماذج المحاكاة وغيرها.

ولابد من أن نشير إلى أن مصطلح الأساليب الكمية يتداخل مع مصطلحات أخرى مثل بحوث العمليات (Operational Research) وعلم الإدارة (Management Science). ومن أجل توضيح أبعاد هذه المصطلحات نشير إلى أن بحوث لعمليات وعلم الإدارة يستخدمان في أغلب الأحيان بشكل متبادل (Interchangeably)، **ومع ذلك فإن التداخل بين المصطلحين لا يعني بالضرورة التطابق، وفي هذا الصدد نشير إلى الملاحظات الآتية:**

أولاً: إن علم الإدارة يجد أسسه الأولى في محاولة فردريك تايلور (F.W.Talyor) الذي يعتبر (أبو الإدارة العلمية) والذي جاء بالمبادئ الأربعة التي أكد فيها على نشوء وإحلال قواعد ومبادئ العلم الجديد (يعني الإدارة) محل قواعد ومبادئ العمل القديمة، وعلى أهمية تحديد أفضل طريقة (The Best Way) لأداء العمل وتدريب العاملين عليها.

والواقع أن مساهمة تايلور لا تقتصر على ما أدخله من تطبيقات للإدارة العلمية وإنما أيضاً في تسليط الضوء على علم الإدارة. ورغم أن الوقت كان مبكراً على تصور أبعاد هذا العلم في

اتجاهاته الكمية في ذلك الوقت إلا أن التطور اللاحق كان يغذي عملية النمو والتطور لعلم الإدارة. وربما هذا يفسر في جانب منه أن علم الإدارة كان أسبق في أسسه وفي بعض نماذجه وأساليب الكمية التي ظهرت حتى قبل ظهور مصطلح بحوث العلميات عام (١٩٣٩) في أول فريق شكّل في بريطانيا. فنموذج المخزون (كمية الطلبية الاقتصادية EOQ) استخدمه هاريس (F.W.Harris) عام (١٩١٥) ونموذج الانتظار ظهر في عام (١٩١٦) وسنوضح ذلك بشكل أكثر تفصيلاً في الفقرة التالية.

ثانياً: رغم أن التداخل كبير بين علم الإدارة وبحوث العمليات إلا أن ذلك لا يمثل من وجهة نظر البعض إلا جانباً واحداً من الموضوع. فحسب رأي دان ورامسنك (Dunn and Romsing) فإن المصطلحين مترادفان من وجهة نظر عملية، في حين توجد اختلافات دقيقة بينهما من وجهة نظر تجريدية. فعلم الإدارة يعكس بشكل أفضل فلسفة الأساليب الكمية، وبالتالي فإنهما يفضلان استخدام علم الإدارة لأنه أكثر قدرة من بحوث العمليات على التعبير عن حاجات الإدارة في معالجة المشكلات الإدارية وعملية صنع القرار. وهذا ما يؤكده ماركلاند (R.E.Markland) الذي يرى أن مصطلح علم الإدارة تعبير عن فلسفة مبنية على الحاجة إلى تحليل أكثر حصافة لمشكلات الإدارة المعقدة التي عادة ما تكون مشكلات سوقية وذات طبيعة طويلة الأمد. في حين أن مصطلح بحوث العمليات هو تعبير عن البحث بالمشكلات العملياتية (Operational Problems) التي تمثل إلى أن تكون ذات طبيعة قصيرة الأمد (يمكن أن نلاحظ أن تسمية بحوث العلميات التي انتشرت في الأدبيات الأمريكية جاءت من البحث في العمليات العسكرية خلال الحرب العالمية الثانية ومعالجتها تكون ذات طبيعة قصيرة الأمد بسبب ديناميكية هذه العمليات). كما قدم ماركلاند التمييز بين بحوث العمليات وعلم الإدارة الذي أشار إليه شيلينبيركر (R.E.Schellenberger) من أن لعلم الإدارة خصائص متميزة عن بحوث العمليات. فهو يهتم بالقرارات على مستوى السياسة (Policy Level) ويميل إلى التركيز بثقل أكبر من بحوث العمليات على الجانب الإنساني وحالات الإنسان – الآلة. كما أنه يميل إلى أن يكون أكثر من بحوث العمليات معرفة بظروف السوق والطلب. إن علم الإدارة يعول كثيراً على نفس النوع من الأدوات التحليلية مثل بحوث العمليات، إلا أنه أكثر إدراكاً أيضاً بالأدوات التحليلية الموجهة نحو التحليل الاقتصادي والنفسي.

ثالثاً: إن علم الإدارة في الوقت الحاضر يميل بشكل متزايد إلى الأساليب الكمية والنمذجة الرياضية مما يجعله وثيق الصلة والتداخل مع بحوث العمليات في ظل توسيع مفهوم بحوث العمليات نفسها لتشمل جوانب العلاقات في النظم. وهذا ما نجده في تعريف بحوث العمليات من قبل جمعية بحوث العمليات في المملكة المتحدة بأنها (تطبيق الطرق العلمية على المشكلات المعقدة في توجيه وإدارة الأنظمة الكبيرة للبشر والآلات والنقود في الصناعة والأعمال والحكومة والدفاع) وهذا ما يجعل بحوث العمليات تتداخل مع الأساليب الكمية في إستخدام النماذج في معالجة وحل المشكلات. لهذا يؤكد كالاكر وواتسون (Gallagher and Watson) على أن الأساليب الكمية تدعى اليوم بأسماء عديدة بحوث العمليات، علم الإدارة، تحليل التكلفة/ العائد، الإحصاء، إلا أن الجوهر واحد في هذه الأساليب وهو أن تكون عقلانية وعملية في مشكلات الأعمال.

رابعاً: إن علم الإدارة رغم استخدامه للأساليب الكمية في تطبيقاته الكثيرة والمختلفة، لا زال يواجه صعوبات عديدة في هذا الاستخدام وفي مقدمتها إن الكثير من المشكلات الإدارية تتسم بدرجة عالية من التعقيد لا يمكن معالجتها وحلها من خلال بناء النماذج الكمية. لهذا لا بد من اعتماد نماذج نوعية (وصفية) تتلاءم مع درجة تعقيدها. وكما يقول لومبا (N.P.Loomba) فإن درجة عالية من التعقيد في المشكلات ودرجة عالية من الاضطراب في البيئة تزيد من أهمية المدخل النوعي في الإدارة. في حين أن درجة أدنى من التعقيد في المشكلات وفي الاضطراب بالبيئة (أي بيئة متماثلة) تزيد من أهمية المدخل الكمي في الإدارة. وهذا التحديد يزيد من أهمية المدخل التكاملي بين المدخل الكمي (الذي يعتمد على استخدام الأساليب الكمية) والمدخل النوعي (الذي يعتمد على قدر من المرونة في استخدام خبرة وحدس وتقدير صانع القرار) في حل مشكلات القرار.

ولعل ما ذهب إليه لورنس وباسترناك حيث عرفا علم الإدارة بأنه (فن وضع النماذج الرياضية لمشكلات القرار وتطوير وسائل حل تلك النماذج. حيث نجد أن الإشارة إلى (الفن) يرتبط بجانبين الأول هو أن حل المشكلات باستخدام الأساليب الكمية يتطلب البراعة والحصافة في اختيار الأسلوب أو النموذج الملائم، وبالتالي فإن حل المشكلات ليس بالضرورة هو دالة استخدام الأساليب الكمية وإنما هو دالة أسلوب أو طريقة صانع القرار الصحيحة والملائمة في

استخدام هذه الأساليب، والثاني يرتبط بالمشكلات الإدارية المعقدة التي تتطلب تطوير نماذج نوعية تسمح لصانع القرار باستخدام خبرته وبراعته فيها.

ومما تقدم نخلص إلى أن علم الإدارة كإطار واسع لاستخدام المدخل الكمي والمدخل النوعي، بقدر ما يمتلك قاعدة واسعة وغنية من التطبيقات في حل ومعالجة المشكلات الإدارية، فإن المجال الواسع ومفتوح من أجل تطوره اللاحق. مع التأكيد على أن هناك اعتراف متزايد بين المختصين في علم الإدارة وبحوث العمليات بأن الكثير من مشكلات القرار في المنظمات الحديثة التي تعمل في بيئات ديناميكية تتسم بالتنوع والتعقيد وعدم الاستقرار مما يفسح المجال لاستخدام فعال للأساليب النوعية وتكاملها مع الأساليب الكمية في التطبيقات المختلفة على مشكلات الأعمال.

هذا بالإضافة إلى أن هؤلاء المختصين يتزايد اعترافهم بالصعوبات الناجمة عن الرشد المطلق (Absolute rationality) والتأكيد على أهمية التوجه نحو الرشد المقيد والحل الملائم بدلاً من الحل الأمثل. لأن الحل الأمثل يصطدم أحياناً بصعوبة التنفيذ جراء التغير السريع أو بسبب طريقة استجابة العامل البشري له، مما يضع علم الإدارة والأساليب الكمية أمام حاجة حقيقية وملحقة للتفاعل مع الأساليب النوعية.

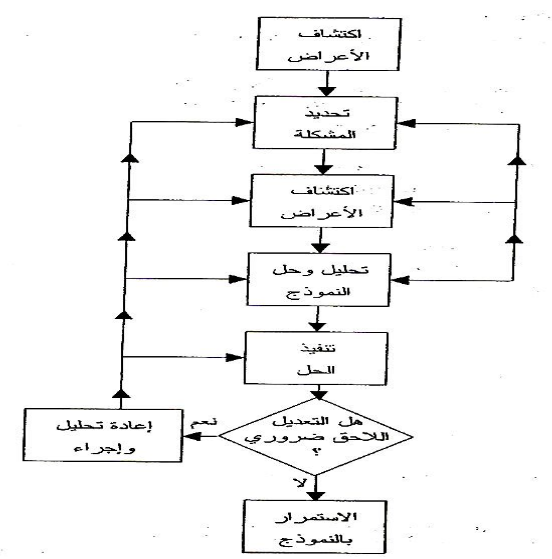
الطريقة العلمية: بناء النموذج

عزيز الدارس، إن علم الإدارة في أساسه المنهجي يمثل تطبيق الطريقة العلمية في معالجة مشكلات القرار. وإن هذه الطريقة تمثل الأساس الموضوعي في تطوره اللاحق وتطور أساليبه الكمية. فالنموذج وهو التعبير التجريدي عن النظام الحقيقي، يمكن تطويره بخطوات منهجية متعاقبة تتسم بالاتساق المنطقي، وإن هذا التطور يتم بإدخال تعديلات وتحسينات عليه بشكل مستمر وصولاً إلى الحل الأفضل أو الأمثل. لهذا يمكن تعريف الطريقة العلمية بأنها الأداة المنهجية في تطوير علم الإدارة وأساليبه من خلال تطوير النماذج الحالية أو بناء نماذج جديدة بما يحقق الحل الأفضل أو الأمثل.

الشكل (١-٢) يوضح أن الطريقة العلمية التي تمثل أساس المدخل الكمي تتكون من (٦) مراحل هي:

الشكل رقم (١-٢)

الطريقة العلمية التي تمثل أساس المدخل الكمي الذي يتكون من ست مراحل



أولاً: اكتشاف الأعراض Discovering the Symptom

وتبدأ هذه المرحلة بملاحظة صانع القرار أن النتائج المرغوبة أو المتوقعة من العمليات الحالية لم تحقق أو أن هناك حالة غير مرغوبة قد حدثت، لهذا يقوم بتوجيه المختص بالأساليب الكمية بدراسة هذه الأعراض، وكمثال على ذلك: أن هامش الربح آخذ بالتدهور في الفترة الحالية أو انتظار الآلات لخدمات الصيانة في المصنع.

ثانياً: تحديد المشكلة Identifying the Problem

وتبدأ هذه المرحلة بجمع البيانات الضرورية وتحديد العوامل والمتغيرات الأساسية المتعلقة بالمشكلة. وتنتهي هذه المرحلة بصياغة وصفية محددة للمشكلة والمتغيرات والمحددات والأهداف مع تحديد عام لعلاقات النموذج، وكمثال على ذلك: أن تكاليف المخزون تزداد بمعدل أكبر من الزيادة في حجم المبيعات مما يؤدي إلى تدهور الأرباح.

ثالثاً: صياغة النموذج Formulating the Model

إن عملية حل المشكلة تتطلب صياغة النموذج بعد تحديد العناصر الأساسية للنموذج: الهدف والمتغيرات القابلة للسيطرة (Controllable Variables) والمتغيرات غير القابلة للسيطرة (Uncontrollable Variables).

وكذلك العلاقة ما بين الهدف وهذه المتغيرات (انظر اطار رقم ١-١). وفي نهاية هذه المرحلة يتم وضع النموذج وكمثال على ذلك بعد دراسة نظم التخزين وتحديد متغيراته المختلفة يتم

وضع نموذج التخزين الذي يمثل المشكلة بالعلاقة مع الهدف المرغوب كما هو الحال في خفض تكاليف التخزين الكلية.

رابعاً: تحليل وحل النموذج (Analysis and Solution of the Model)

بعد أن يتم بناء النموذج لابد من البدء بتحليله (أي اختيار فرضياته أو متغيراته وعلاقاته) وحله (أي التوصل إلى الحل الأفضل والأمثل)، وهذا يتم من خلال تجريب النموذج.

والتجريب (Experimentation) يكون في الغالب على نوعين.

النوع الأول: هو التجريب البسيط الذي يستلزم معالجة النموذج بالشكل الحالي لتحقيق مجموعة من المعلومات ذات العلاقة، ومن خلاله يمكن اقتراح وإدخال التعديلات والتنقيحات على النموذج. أن القائم بالتحليل خلال القيام بهذا التجريب وحصوله على المعلومات يقوم أيضاً وبشكل ضمني بالتقدير والحكم الذاتي على صلاحية وصحة ذلك النموذج.

والنوع الثاني من التجريب يتم بالشكل الذي يحقق اشتقاق الحل من النموذج، أي التوصل إلى الحل الأفضل أو الأمثل من النموذج المستخدم.

ومن المعلوم أن أغلب الطرق المستخدمة في الأساليب الكمية مصممة لتقديم الحلول المثلى (Optimal Solutions) لأنواع محددة من المشكلات. مع التأكيد على أن جميع النماذج تتضمن قدراً من التجريد (Abstraction) عن النظام الحقيقي. وهذا التجريد كلما كان كبيراً كلما زادت صعوبة تحقيق الحل الأمثل عند تطبيقه على مشكلات الأعمال في العالم الواقعي.

ونذكر أن نموذج سايمون الذي عرضنا له في بداية هذا الفصل ينسجم مع هذه الفكرة وأن كان نموذج سايمون ينطلق من وجود عوامل ومحددات البيئة المرتبط بتفضيلات الأفراد (بما في ذلك التفضيلات الاجتماعية والدينية والثقافية) تمنع تبني القرار الاقتصادي الرشيد (أي الحل الأمثل) والانتقال منه إلى القرار المرضي (الحل الفرضي).

إطار رقم (١,١) : أربعة أسئلة في بناء النموذج في عملية بناء النموذج هناك أربعة أسئلة يجب الإجابة عليها: **ما هو مقياس الهدف لتحديد الأداء والفاعلية؟** وهذا يعني كيف سنعبر عن الحل للمشكلة ؟ مثلاً بالجنيه التي يتم الاقتصاد بها، الوحدات المباعة، الوحدات المنتجة، تكلفة أدنى، ربح أعلى.

ما هي العوامل الخاضعة للسيطرة (المتغيرات القابلة للسيطرة أو متغيرات القرار)؟ أي ما هي جوانب المشكلة التي يمكن أن نفعل شيئاً بصددها؟ مثلاً أسعار البيع، عدد المنتجات التي تنتج الجوانب المتعلقة بالتكلفة، عدد منافذ البيع.. الخ.

ما هي العوامل التي ليست تحت سيطرتنا (المتغيرات غير القابلة للسيطرة أو المتغيرات البيئية)؟ أي ما هي جوانب المشكلة التي نقبلها كمعطيات؟ مثلاً: مستوى النشاط الاقتصادي، أسعار المنافسة، طلب الزبائن، موقع الزبائن.. الخ.

ما هي العلاقة بين هذه العوامل (المتغيرات القابلة وغير القابلة للسيطرة) والهدف المطلوب؟ أي ما هي العلاقة بين هذه العوامل (القيود، الافتراضات.. الخ) والأهداف وهل يمكن التعبير عنها بشكل رياضي لتشكيل نموذج المشكلة ومن الممكن وضع نموذج عام في الأساليب الكمية:

هـ = د(أ١، أ٢، ....، أ ن، ج١، ج٢، ... ...، ج ن) ... ... (١-١)

حيث:

هـ = مقياس الهدف لأداء أو فاعلية النظام (دالة الهدف)

أ١، أ٢.... أ ن = متغيرات النظام التي تخضع للسيطرة (المتغيرات القابلة للسيطرة أو متغيرات القرار) ج١، ج٢.... ج ن = متغيرات النظم التي لا تخضع للسيطرة

(المتغيرات غير القابلة للسيطرة أو البيئية).

ومع ذلك كما يرى ماركلاند عندما يكون النموذج جيد الصياغة (Well – Formulated) من خلال التجريب والتعديلات التي تتم بشكل مسبق قبل تحديد الحل الأمثل، فإن هذا النموذج يمكن وبدرجة معقولة أن يكون تقريباً جيداً لمشكلة النظام الحقيقي.

وفي هذه المرحلة مثلاً يمكن أن تتم ملاحظة أنه في نموذج المخزون يجب أن تكون كمية الطلبية أصغر وإن الطلبيات يجب أن تتم بتكرار أكبر لخفض تكلفة بالمخزون الكلية من خلال خفض تكلفة الاحتفاظ، ولكن لابد أيضاً من ملاحظة أن تكلفة الطلبية أخذت بالتزايد من جهة أخرى.

خامساً: تنفيذ الحل (Implementation of the Solution)

إن تنفيذ النماذج يمثل المرحلة الحرجة في الاستخدام الناجح للطريقة العلمية في بناء وتنفيذ النماذج. لهذا نجد أن المختصين بالأساليب الكمية يبذلون جهوداً كبيراً في هذه المرحلة. كما أن أدبيات الأساليب الكمية تشتمل على فصول وفقرات مطولة حول التنفيذ وقواعده لضمان الانتقال بالنموذج من مستوى المفاهيم إلى التنفيذ على مستوى العمليات والأنشطة، أي تحويل

النموذج المفاهيمي (Conceptualized Model) إلى نموذج العمليات في العالم الحقيقي والواقعي. وهنا لابد من أن نشير إلى وجود صعوبات أساسية لابد من التنبه إليها في التنفيذ ومنها:

أ-أن درجة التجريد العالية في النموذج (أي اقتصاره على عدد محدود من المتغيرات الأساسية القابلة للسيطرة) تجعل النموذج بعيداً عن المشكلة الحقيقية. ولا شك في أن القدرة على بناء النموذج وبدرجة ملائمة من التجريد في حقيقة الأمر فناً أكثر مما هو علم. ولابد من مراعاة الملائمة بين متطلبات صياغة النموذج وتمثيل المشكلة الحقيقية.

ب-العقبة الإدارية (Management Barrier) المتمثلة في مدى دعم الإدارة لاستخدام النماذج وخبرتها بالأساليب الكمية ومتابعتها لمراحل هذا الاستخدام لتكون مطلعة وواعية بعملية بناء النموذج ومزاياه وأدوارها فيه. ومما يرتبط بهذه العقبة أيضاً هو عدم مراعاة القائم ببناء النموذج لأهمية إطلاع ومشاركة صانع القرار (والآخرين من ذوي العلاقة بتنفيذه) على المعلومات الضرورية التي تساعد على فهم النموذج والمتطلبات الإدارية والتنظيمية لتنفيذه.

ج-العقبة المتعلقة بجدوى استخدام النموذج فرغم أن وجود الأعراض والمشكلة مما يبرر الجهد المبذول لمعالجتها إلا إن صانع القرار يحتاج إلى تحقيق نتائج موازية لهذا الجهد أو التكلفة المقترنة ببناء النموذج. والواقع أن هذه العقبة جدية لأنها هي الأكثر أهمية في الإقناع بإدخال النموذج أو الأسلوب الجديد في الشركات.

ومن أجل معالجة هذه العقبات لابد للقائم بالتحليل وبناء النموذج أن يكون واعياً لهذه الصعوبات منذ البداية لكي يضمن ظروف أفضل من أجل التنفيذ الناجح، والإطار رقم (٢) يقدم قواعد مفيدة يمكن توظيفها للحد من الصعوبات المذكورة.

سادساً: التحسين من خلال التغذية المرتدة (Improvement Through Feedback)

إن مرحلة التنفيذ ليست خاتمة النطاق وإنما لابد من أن تعقبها عملية تلقي البيانات فيما إذا كان النموذج بحاجة إلى التعديل والتحسين أم ليست هناك حاجة لذلك. ففي الحالة الأولى تتم مراجعة المراحل السابقة أو مرحلة التنفيذ من أجل ادخال التعديلات المؤدية إلى تحسين النموذج ليلائم الحالة الواقعية ويحقق النتائج المرجوة منه، أما إذا كان النموذج وفق ما هو متوقع فإن العمل يستمر به بحالته الراهنة، والشكل رقم (١-٢) يوضح هذا الأمر.

إن هذه المراحل تكشف عن أبعاد مهمة في الطريقة العلمية في كونها تتسم بالاتساق المنطقي والترابط ما بين مراحلها من أجل تحقيق التطور اللاحق، مما يجعل هذه الطريقة ضرورية ليس فقط بسبب بعدها المنطقي والمنهجي وإنما أيضاً بسبب البعد المعياري. وذلك لأنها تمثل وسيلة للتطور والتحسين المستمر في الجانبين النظري (التوصل إلى نماذج وأساليب جديدة أو تطوير النماذج الحالية) والعملي (التطبيقات الجديدة للنماذج في مجالات جديدة).

كما أن متابعة التحسينات خلال التغذية المرتدة تضفي على عملية بناء النموذج الحيوية في كونها عملية مستمرة تهتم بالحاجات الضرورية لأصحاب القرار في التطبيقات المختلفة.

تصنيف النماذج

لعلك تعلم أن النموذج هو تجريد الحقيقة أو التمثيل التجريدي للحالة الواقعية للمستخدم لتحليل وتفسير المتغيرات التي تمثلها والتنبؤ بها، ولأن النماذج عديدة ومتنوعة نعرض فيما يأتي أهم تصنيفاتها:

إطار رقم (٢): قواعد عملية بناء وتنفيذ النموذج بشكل ناجح

أولاً: القواعد التنظيمية

اكسب دعم الإدارة.

تحديد القائم بالتحليل وبناء النموذج مباشرة من قبل صانع القرار.

ضمان علاقة مستمرة بين المحلل وصانع القرار.

تحديد نوع الاستفادة المطلوبة من قبل المنظمة (مثلاً المنظمة تستخدم النموذج لأول مرة أو المنظمة تقوم بتطوير النموذج.. الخ)

تحديد مستوى الخبرة المطلوبة لصانع القرار (بما ينسجم مع دوره في النموذج).

ثانياً: قواعد تطوير النموذج

تجنب استخدام النماذج المعقدة أكثر مما ينبغي.

حدد الأهداف الصحيحة.

المحافظة على منظور ملائم (هل يستجيب النموذج ومعلوماته لحاجات صانع القرار).

ستخدام الموارد بحكمة.

إتجه نحو المشكلة (أن تكون جميع الإجراءات موجهة نحو المشكلة المطلوبة حلها).

حدد المعلومات المطلوبة من صانع القرار.
اشراك صانع القرار في عملية بناء النموذج.
حدد التوقيت الملائم لبناء النموذج وإنجازه.
تعرف على كيفية تنفيذ النموذج (التنفيذ الناجح دالة كيفية تنفيذه).
استخدام تسهيلات الحاسوب بحذر وتفهم.
ناقش كل مرحلة من مراحل بناء النموذج مع الآخرين من ذوي العلاقة.

ثالثاً: قواعد تنفيذ النموذج

اجعل النموذج ملائماً للحالة الحقيقية.
وثق النموذج (الإبلاغ الرسمي لصانع القرار أو الجهة المستفيدة بالنموذج وحدوده).
حافظ على رقابة صانع القرار على النموذج.
تجنب المصطلحات واللغة الاختصاصية (عند التنفيذ).
استخدام مجموعة الأشكال والصيغ المألوفة لصانع القرار.
استخدام المعلومات الأخرى لتضاف إلى مخرجات النموذج.
طور استراتيجية لاستخدام النموذج.
دقق اشتغال واستخدام النموذج.

أولاً: تصنيف النماذج حسب درجة التجريد:

النماذج الطبيعية أو المادية (Physical Models): وهي النماذج التي تعتمد على استخدام أشكال مصغرة مشابهة للأشكال الحقيقية كما في مقاعد ومناضد وأشكال آلات مصغرة (Miniature Machines). حيث توزع هذه الأشياء والأجزاء المصغرة التي تشبه الأشياء والأجزاء الحقيقية على حيز مصغر شبيه بالحيز الأصلي.

وتتم الاستفادة من هذه النماذج من أجل رؤية الحالة الواقعية بسهولة وبشكل شمولي من خلال النموذج المصغر. وميزة هذا النوع من النماذج تتمثل في إنه يحقق المطابقة البصرية مع الحالة الواقعية.

النماذج البيانية والتخطيطية (Schematic Models): وهي أكثر تجريداً من النماذج الطبيعية وأقل تشابهاً (Less Resemblance) بالحالة الواقعية التي تمثلها، وأمثلة هذه النماذج تتضمن الأشكال البيانية (Graphs) والمخططات (Charts) والصور (Pictures) والطبعات الزرقاء

(Blueprints) وهي صور بسيطة عن رسم ميكانيكي. وهذه النماذج تساعد على فهم الحالة الواقعية وتصورها من خلال عناصر أساسية، وبالتالي فإن ميزتها أنها بسيطة البناء والتغيير عند الحاجة ومن أمثلتها النماذج الشبكية كطريقة المسار الحرج وبيرت ونماذج القرار كشجرة القرار.

النماذج الرياضية (Mathematical Models): وهي نماذج رمزية عالية التجريد لا تشبه الحالة الواقعية التي تمثلها حيث تستخدم فيها الأرقام والرسومات والمعادلات. وتكون عادة هذه النماذج سهلة المعالجة إلا أنها تبسط الحالة الواقعية وتعقيداتها من خلال التجريد وإهمال عواملها الأقل أهمية. إن النماذج الرياضية التي تتسم بدرجة عالية من التجريد بالمقارنة مع النوعين الأخيرين من النماذج ليست معقدة كلها. وبالمثال التالي يوضح طريقة تطوير نموذج رياضي لتحديد الربح الذي يحققه صاحب مطعم الوجبات السريعة إذا كان ربحه لكل وجبة سريعة هو (٠,٥) دينار، ولنفرض أن لدينا البيانات الآتية:

عدد الوجبات	الربح (جنيه)
١٠	٥
٢٠	١٠
٣٠	١٥
٤٠	٢٠

ومن هذه البيانات يمكن أن نضع نموذجاً وصفياً للعلاقة بين عدد الوجبات السريعة المقدمة والربح المتحقق منها، وباستخدام نموذج رياضي رمزي على أساس علاقة دالية بين عدد الوجبات المقدمة والربح المتحقق. فإذا كان لدينا (س) يمثل عدد الوجبات السريعة و (ص) يمثل الربح الكلي المتحقق فإن الدالة الرياضية بين عدد الوجبات والربح هي:

ص = ٠,٥ س

وباستخدام المصطلحات التقليدية فإن متغير المدخلات (عدد الوجبات السريعة) يشير المتغير المستقل، ومتنغير المخرجات (الربح المتحقق) يشير إلى المتغير التابع، أما (٠,٥) فيشار لها بتسميات عديدة: الثابت أو المعامل أو المعلمة (Parameter). فإذا عوضنا عن (٠,٥) جنيه بالرمز (أ)، فإن العلاقة الدالية تصبح:

ص = أ س

حيث (أ) تمثل معلمة النموذج.

في عملية وضع النماذج الرياضية يكون من المفيد التعبير عن العلاقة الدالية بمصطلحات عامة وفي مثالنا إذا قلنا أن (ص) هي دالة غير محددة لعدد الوجبات السريعة (س) فإن التمثيل الرمزي يكون: ص = د س

مثال (١)

شركة القدس لإنتاج المناضد البلاستيكية تعتمد سياسة تسعير تعتمد على كمية الإنتاج بحيث أن كل (١٠٠٠) وحدة تنتج شهرياً يتم تخفيض سعر الوحدة بمقدار (٢) جنيه، وتنتج الشركة حالياً (٥) آلاف وحدة في الشهر وسعر البيع (١٥٥) جنيه. وكانت الطاقة الإنتاجية للشركة تصل إلى (١٥) ألف وحدة وبسبب التزاماتها فإنها لن تخفض إنتاجها عن المستوى الحالي.

المطلوب:

أ. اكتب النموذج الرياضي الذي يحدد سعر بيع المنضدة (س) على أساس العدد المنتج شهرياً (ح).

ب. اكتب النموذج الرياضي باستخدام (س) و (ح) الذي يعطي عوائد كلية (ع ك) على أساس عدد الوحدات المنتجة شهرياً.

ج. أعد كتابة النموذج في (ب) للعوائد الكلية باستخدام (ح) فقط.

د. إذا كان هدف الشركة تحقيق الحد الأعلى من العوائد الكلية، اكتب النموذج الرياضي الكامل للمشكلة مع الأخذ بالاعتبار الطاقة الإنتاجية.

الحل:

أ. لأن سعر البيع ينخفض بمقدار (٢) جنيه لكل (١٠٠٠) وحدة منتجة، لذا يمكن أن نستنتج أنه إذا كان عدد المبيعات صفراً فإن السعر سيكون أكبر بمقدار (٥×٢=١٠) جنيه من سعر البيع الحالي البالغ (١٥٥) جنيه أي (١٦٥) جنيه. فإذا فرضنا أن (س) هي السعر و (ح) الوحدات المنتجة في الشهر، إذن:

س = ١٦٥ – ٢ × (عدد الآلاف المنتجة)

= ١٦٥ – ٢ × (ح)

= ١٦٥ – ٠,٠٠٢ ح [النموذج بدلالة (س) و (ح)]

ب. العوائد الكلية (في الشهر) = السعر × الوحدات المنتجة (في الشهر)

ع ك = س × ح

ج. نعوض عن قيمة (س) بما يساويها في الفقرة (أ) أعلاه:

ع ك = س × ح

= (١٦٥ – ٠,٠٠٢ح) × ح

= ١٦٥ح – ٠,٠٠٢ح٢

د. إن العوائد الكلية تخضع إلى:

عدد الوحدات المنتجة شهرياً مساوي أو أقل من (١٥) الف وحدة.
عدد الوحدات المنتجة شهرياً مساوي أو أكبر من (٥) آلاف وحدة.

تخضع إلى ح ≤ ١٥٠٠٠

ح ≥ ٥٠٠٠

إذن: ٥٠٠٠ ≤ح ≤ ١٥٠٠٠

ثانياً: تصنيف النماذج حسب أغراضها

النماذج الوصفية (Descriptive Models): وهي النماذج التي تصف وتتنبأ بسلوك الحالة الطبيعية (أو النظام الواقعي) إلا أنها لا تتمتع بالقدرة على تحديد المسلك الأفضل للنشاط الذي يجب اعتماده. ففي مثال الوجبات السريعة فإن النموذج يصف الربح المتحقق ويمكن أن يتنبأ بمقداره عند تحديد عدد الوجبات. إن أكثر النماذج الإحصائية وصفية، فمثلاً الإنحدار يؤشر العلاقة بين المتغير التابع وواحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة، كما أن نماذج خطوط الانتظار نماذج الشبكية (المسار الحرج وبيرت) تعتبر نماذج وصفية. والأخيرة تسمح لصانع القرار أن يتنبأ بخصائص وعوامل الحالة الواقعية أو المشكلة المدروسة في حالة معرفة المتغيرات المستقلة إلا أنها لا تحدد المسلك الأمثل أو الأفضل للنشاط.

النماذج المعيارية (Normative Models): وهي تسمى أيضاً نماذج الأمثلية وهذه النماذج تختلف عن النماذج الوصفية في انها تحدد مسلك النشاط الأمثل (وفي بعض الأحيان المسلك الأفضل) للنشاط. والنموذج المعياري قد يشتمل على نماذج وصفية فرعية إلا أنه يدخل الهدف أو الأهداف في عمل نموذج الذي يقوم بدوره بالتوصل إلى الحل الأمثل (الهدف) وتأثير مختلف مسالك النشاط عليه. إن الكثير من نماذج علم الإدارة تقع ضمن تصنيف النماذج المعيارية،

ومن أمثلتها نماذج البرمجة الخطية ونماذج المخزون على أساس كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ).

ثالثاً: تصنيف النماذج حسب طبيعتها أو حسب درجة التأكد

النماذج المؤكدة (Deterministic Models): وهي النماذج التي تفترض ظروف التأكد الكامل (Complete Certainty) والمعرفة التامة بالحالة الواقعية وما ستكون عليه. وهذه تفترض أن كل قرار أو استراتيجية تنتج نتيجة وحصيلة واحدة معلومة، ومن أمثلتها نماذج البرمجة الخطية والنقل والتخصيص والقرارات في حالة التأكد.

النماذج الاحتمالية (Probabilistic Models): وهي النماذج التي تتعامل مع الحالات التي لا يمكن فيها التنبؤ بشكل مؤكد بنتائج النشاط الإداري، وهذه تفترض أن أي قرار يتخذ أو استراتيجية تعتمد يمكن أن تنتج أكثر من نتيجة أو حصيلة واحدة.

وهناك تصنيف آخر للنماذج يستخدم في نظرية القرار حيث تصنف إلى نماذج في حالة التأكد، نماذج في حالة المخاطرة (احتمالية)، وأخيراً نماذج في حالة عدم التأكد، ولايضاح هذه النماذج نشير إلى الحالات الآتية:

الحالة الأولى: مصنع يقوم بإنتاج نوع من مناضد الألمونيوم ويحقق ربحاً من كل منضدة مباعة قدره (١٠٠) جنيه، ولديه طلبيات للفترة القادمة مجموعها (٤٥٠) منضدة. هذا مثال عن حالة التأكد حيث ربح الوحدة والطلب الكلي معلومان.

الحالة الثانية: المصنع نفسه يقوم بإنتاج مناضد الألمونيوم ويحقق ربحاً من كل منضدة مباعة قدره (١٠٠) جنيه، إلا أن احتمالات الطلب غير معروفة، وهذا مثال عن حالة عدم التأكد.

رابعاً: تصنيف النماذج حسب سلوك خصائصها النماذج الساكنة (Static Models): وفيها قرار واحد يكون مطلوباً في فترة زمنية محددة وإن ظروف النموذج لن تتغير في هذه الفترة في عملية حل النموذج ومن أمثلتها أغلب نماذج نظرية القرار.

النماذج الديناميكية (Dynamic Models): وفيها يكون على صانع القرار أن يتخذ مجموعة من القرارات المتعاقبة. وعموماً هذه النماذج تعتبر الوقت واحداً من المتغيرات وتهتم بتأثيرات التغيرات الحاصلة مع الوقت. مما يجعل هذه النماذج تهتم بمراحل حركة الحالة الواقعية (كما في عملية الإنتاج). ومن أمثلة هذه النماذج شجرة القرار التصادفي (Stochastic Decision T.). حيث أن شجرة القرار الاحتمالي ذات المرحلة الواحدة أي ذات عقدة قرار واحد (One

Decision Node) تستلزم قراراً واحداً (وهذا ما يدخل ضمن النماذج الساكنة) في حين أن تعدد عقد القرار يستلزم قرارات متعددة ومتعاقبة (وهذا يدخل ضمن النماذج الديناميكية).

ومن جهة أخرى فإن كلاً من النماذج الساكنة والنماذج الديناميكية تتضمن نماذج خطية وغير خطية. ونموذج البرمجة الخطية تعتبر مثالاً عن النماذج الخطية، في حين أن نموذج البرمجة غير الخطية مثال عن نماذج غير الخطية.

خامساً: تصنيف النماذج حسب طريقة الحل

النماذج التحليلية (Analytical Models): وهذه تتضمن فئتين من نماذج الفئة الأولى وهي النماذج التي يتم التوصل فيها إلى الحل العام بشكل مجرد (باستخدام الرموز) ويمكن أن توظف لحل مشكلة محددة بالتوصل إلى الحل الأمثل مباشرة وبدون الطريقة التكرارية لتحديد وتقييم البدائل، ومن أمثلتها نموذج المخزون حيث يتم التوصل إلى كمية الطلبية للمخزون عند حل النموذج بدون الحاجة إلى تكرار العملية لعدم وجود بدائل أخرى.

والفئة الثانية وهي المنهجية العامة (General Methodology) أو الخوارزمية (Algorithm) التي تمثل طريقة إجرائية تساعد على التوصل إلى الحل، وهذه الفئة من النماذج التحليلية تكون تكرارية – عددية بطبيعتها، وفي الحالة التكرارية (In Iterative Case) فأن المشكلة المطلوب معالجتها لا يتم حلها بشكل مباشر لأن المنهجية العامة تطبق للتوصل إلى حل أولي معين وبعدها تجرى محاولات عديدة (كبدائل) للتوصل إلى حل أفضل والاستمرار بانتاج البدائل لحين التوصل إلى الحد الأمثل ومن أمثلتها طريقة السمبلكس (Simplex Method) لحل مشكلة البرمجة الخطية.

نماذج المحاكاة (Simulation Models): أن نماذج المحاكاة خلافاً للنماذج التحليلية (طرق الأمثلية) التي تنتج الحل الأمثل الوحيد كما في نموذج البرمجة الخطية، لا تؤدي إلى حل واحد وإنما حلول متعددة كل واحد منها يمكن أن يكون مقبولاً من قبل صانع القرار.

ففي بعض المشكلات قد لا يكون ممكناً حل النموذج تحليلياً (رياضياً)، ولكن يمكن استخدام المحاكاة لتحليل المشكلة، ومع ذلك فإن الحل الذي ينتج من عمليات المحاكاة لا يكون بالضرورة هو الحل الأمثل، ونموذج المحاكاة يحاكي (أو يقلد) سلوك المشكلة ويختبر النموذج في حالة المدخلات المختلفة التي تعطي حلولاً مختلفة ليتم اختيار الحل الأفضل من بينها.

إن نماذج المحاكاة على مفهوم المعاينة العشوائية حيث يتم من خلاله أخذ عينات عشوائية تحديد سلوك المشكلة أو الحالة الواقعية خلال فترة معينة وفي ظل ظروف محددة.

وهذه النماذج يمكن أن تكون مؤكدة (Deterministic) أو احتمالية (Probabilistic)، ففي الأولى فإن توزيع المتغير العشوائي يمكن تمثيله بقيمة واحدة، أما في الثانية فإنها تتعامل مع متغيرات الحالة الواقعية في فترات زمنية مختلفة وفي ظروف مختلفة كما هي محاكاة مونت كارلو.

ولابد أن نشير في معرض حديثنا عن طريقة الحل إلى وجود طريقة ثالثة لحل المشكلات إلى جانب النماذج التحليلية ونماذج المحاكاة وهي تتمثل بما يمكن تسميته بالأسلوب التجريبي (Heuristics). ففي بعض الأحيان تكون المشكلة معقدة بدرجة كبيرة مما يؤدي إلى تعقيد كبير في الصياغة التحليلية أو الرياضية للمشكلة. في حين أن استخدام المحاكاة يجعل الحل غير عملي لأن وقت عمليات النموذج يكون كبيراً. في مثل هذه الحالات يمكن استخدام الأسلوب التجريبي (الذي يعتمد على الحدس والتجريب) لتطوير حلول جيدة تقريبية حيث يمكن بهذا الأسلوب الانتقال بالحل من نقطة إلى أخرى أفضل إلى أن يتم التوصل إلى عدم التمكن من تحقيق تحسينات لاحقة فيكون الحل عندها هو الحل الأفضل ومن أمثلتها طريقة الزاوية الشمالية الغربية في طريقة النقل.

سادساً: تصنيف النماذج حسب سمتها الكمية أو النوعية النماذج الكمية (Quantitative Models): وهي تمثل القسم الأكبر من النماذج المستخدمة في عالم الإدارة. وتعتبر النماذج موضوعية لأنها تعتمد على الحالة الواقعية ومتغيراتها وبياناتها المحددة.

النماذج الكيفية (Qualitative Models): وهي عادة تعتمد على التقديرات الذاتية والحدسية، وهي في أكثر الأحيان تكون ذات طبيعة متخصصة وطويلة الأمد ومن أمثلتها الجيدة طريقة دلفي (The Delphi Method) التي استخدمت بنجاح في بداية الخمسينات استخدام فيما بعد على نطاق واسع في التنبؤات التكنولوجية طويلة الأمد.

إن وجود تصنيفات متعددة للنماذج تفسر حقيقة أن هذه النماذج بقدر ما تتسم بالتنوع فإنها تستلزم عند استخدامها بذل الجهد الملائم من أجل التوصل إلى النموذج الذي يلائم الحالة الواقعية المدروسة والغرض من دراستها وعدم التصور بأن استخدام الأساليب الكمية ونماذجها يكفي بحد ذاته لحل المشكلات والتوصل إلى أفضل القرارات الممكنة حيث أن تجربة استخدام

هذه الأساليب ما تكشف عن حالات كثيرة للنجاح فيها، فإنها تكشف أيضاً عن حالات أكثر للإخفاق فيها.

ويشير وارد (R.A.Ward) إلى أن (٤٠٪) من مشروعات التطبيق للأساليب الكمية لم تكتمل أبداً. لهذا لابد من الاهتمام بتقييم النماذج وكفاءتها حسب المشكلات الإدارية وخصائصها ليتم التوصل إلى النموذج الملائم لخصائص المشكلة التي يعالجها وإعطاء نتائج واقعية وذات دقة أكبر. ومن جهة أخرى فإن المسوحات والدراسات التي أجريت لمعرفة مدى استخدام الأساليب الكمية أظهرت أن هذه النماذج لا تستخدم بنفس المستوى وإنما هناك تفضيلات واضحة لبعض النماذج والأساليب الكمية على البعض الآخر. ومن الواضح أن هذه التفضيلات ترتبط بملاءمة هذه الأساليب للمشكلات الإدارية إضافة إلى أن تراكم التطبيقات لأساليب ونماذج معينة (كنماذج المحاكاة والبرمجة الخطية والنماذج الشبكية) يخلق قاعدة مهمة لتطبيقات لاحقة.

استخدام الأساليب الكمية

لقد اتسعت بشكل كبير استخدامات وتطبيقات الأساليب الكمية ونماذجها على مشكلات القرار خلال الفترة الماضية، ولا زال هذا الاتجاه متواصلاً حتى الآن. **ويعزى هذا التطور في الاستخدام إلى أسباب كثيرة منها:**

إن الكثير من مشكلات القرار في المنظمات الحديثة والكبيرة لا يمكن التعامل معها أو معالجتها بطريقة أخرى، مما يجعل الأساليب الكمية ضرورية وملائمة لمعالجتها.

إن التفسير الكمي عادة ما يكون مطلوباً من قبل جهات معينة (كالحكومة، حملة الأسهم، البنوك وغيرها) حيث أن هذا التفسير بقدر ما يمثل بعداً موضوعياً فإنه يحقق اقناعاً أفضل للجهات التي تطلبه.

في حالات كثيرة تكون المشكلة المراد حلها جديدة ولا خبرة سابقة يعتمد عليها في صنع القرارات الرشيدة بشأنها وللتعامل مع مشكلات من هذا القبيل فإن الأساليب الكمية يمكن أن تكون فعالة في التوصل إلى أفضل القرارات الممكنة.

في المشكلات المتكررة فإن الأسلوب الكمي نفسه يمكن أن يستخدم بصورة متكررة لصنع القرارات مع مراعاة التغير الحاصل في بيانات المدخلات. وهذا ما يجعل الأساليب الكمية وسيلة مهمة في تحويل الكثير من المشكلات إلى حالات نمطية يكون معالجتها وحلها بطريقة نمطية أيضاً مما يخفف العبء الإداري على صانع القرار.

إن الأساليب الكمية تساعد وبشكل فعال على استخدام الحاسوب حيث أن الكثير من الأعمال الحسابية والعمليات الرياضية يمكن القيام بها بسهولة باستخدام الحاسوب. لهذا فإن استخدام الحواسيب بقدر ما يسهل استخدام الأساليب الكمية فإنه وفر امكانات إضافية كبيرة لتقوم الأساليب الكمية بمعالجتها وحل المشكلات الأكثر تعقيداً التي لم يكن بالإمكان بدون الحاسوب القيام بها بالسهولة التي تتم بها الآن من خلال برامج الحواسيب. ونشير في هذا السياق إلى أن العديد من النماذج والخوارزميات (The Algorithms) المكونة للكثير من الأساليب الكمية قد تحولت إلى برامج على الحاسوب.

إن هذه الأسباب المؤدية إلى استخدام الأساليب الكمية تترافق مع الكثير من المزايا والإيجابيات التي يحققها استخدام هذه الأساليب، ومن هذه المزايا ما يأتي:

أولاً: إن الأساليب الكمية التي تعتمد على النماذج كتعبيرات تجريدية عن المشكلات الواقعية تساعد على الفهم السريع لأعقد المشكلات وهذا ما يحتاجه صانع القرار في أكثر الأحيان.

ثانياً: إن استخدام الأساليب الكمية يحقق القدرة العالية على التنبؤ الأكثر دقة في المديات القصيرة والمتوسطة مقارنة بأية طريقة أخرى.

ثالثاً: تعتبر الأساليب الكمية وسيلة فعالة في التعامل مع المشكلات الكلية والمشكلات الجزئية مما يجعلها صالحة لنطاق واسع من المشكلات الإدارية التي يواجهها صانع القرار.

رابعاً: إن التنوع والتعدد في الأساليب الكمية ونماذجها المختلفة يقدم امكانات واسعة للتعامل مع المشكلات بطرق مختلفة، فالنماذج الوصفية (Descriptive Ms.) تكون مفيدة لوصف سلوك الأنظمة أو المشكلات والتنبؤ به دون أن تحدد المسلك الأفضل للسلوك الذي يجب اعتماده كما هو الحال في نموذج الانحدار ونماذج الانتظار. في حين نجد أن للنماذج المعيارية (Normative Ms.) تقوم بإحتواء الهدف أو الأهداف المطلوبة في عمل النموذج مما يجعلها ملائمة لتحديد مسلك النشاط الأفضل أو الأمثل في تحقيق الهدف. وهذه المرونة يحتاجها صانع القرار في التصدي للمشكلات بخصائصها المختلفة.

خامساً: إن الأساليب الكمية ونماذجها تمكن صانع القرار من تصنيف قراراته إلى قرارات مبرمجة (Programmed Ds.) وقرارات غير مبرمجة (Nonprogrammer Ds.). والأولى يمكن أن تتحول إلى قرارات روتينية تتخذ وفق تعليمات محددة وربما من خلال الحاسوب كما هو الحال في نماذج المخزون حيث يصدر أمر الطلبية بمجرد وصول المخزون إلى نقطة إعادة الطلب

(Reorder Point). يشير باول شرياستاف وميتروف (Shriastave and Mtroff) إلى أن القرارات المبرمجة يمكن التعامل معها من خلال السياسات. وفي بعض المنظمات فإن المختصين بعلم الإدارة طوروا نماذج رياضية يساعد بسهولة على معالجة هذا النوع من القرارات دون الحاجة لتدخل الإدارة في كل مرة فيها.

أما القرارات غير المبرمجة فهي التي يتفرغ لها صانع القرار مع الاستفادة من الأساليب الكمية ونماذجها من الحدس والتقدير الذاتي في عملية حل المشكلات. إن الأساليب الكمية بسبب اعتمادها لغة الرياضيات والإحصاء تعتبر وسيلة جيدة وكفؤة في الاتصال والفهم (حتى بين الأفراد الذين يستخدمون لغات مختلفة)، هذا بالإضافة إلى أن اللغة الكمية تعتبر لغة أكثر موضوعية بالمقارنة مع اللغة الوصفية.

سادساً: إن الأساليب الكمية وسيلة مهمة في تحليل الحساسية (Sensitivity Analysis)

أي أنها تمكن من تحديد كيفية تأثر الحل الأمثل أو الأفضل للمشكلة من خلال النموذج بالتغير في واحد أو أكثر من افتراضات أو شروط النموذج أو معلماته (Parameters) وهي في البرمجة الخطية تتمثل في معاملات القيود، ومعاملات دالة الهدف.

أما عيوب الأساليب الكمية فإنها ترتبط بالطبيعة التجريدية لهذه الأساليب، لهذا فإن العيب الأول يتمثل في التجريد الذي تعتمده الأساليب الكمية ونماذجها في تمثيل الحالة أو المشكلة الواقعية. حيث المشكلات تكون أكثر تعقيداً أو تنوعاً من النموذج المستخدم في حلها، وكما يقول بوفا (E.S.Buffa) فإن بناء النموذج للعمليات أو النظام الواقعي يعتمد على تجريد عناصر النظام وهذا نشاط مفيد لتطوير الرؤية إلى المشكلة إلا إننا سرعان ما نصطدم بضخامة ما يتم تجاهله من عناصر الحالة الواقعية للتوصل إلى النموذج. والنتيجة قد تكون محدودية البيانات التي يقدمها النموذج وصعوبة التعامل من خلالها مع الحالة الواقعية المعقدة. والعيب الثاني يرتبط بما أشار إليه لورنس باسترناك (Lawrence & Pasternack) من أن النماذج الرياضية تقوم بإضفاء السمة المثالية على الحياة الواقعية (Idealization of Real Life) مما يغري بالتعامل السطحي والمبسط مع الحالة الواقعية.

ولعل العيب الثالث والأكثر أهمية هو الاعتقاد السائد لدى الكثير من الذين يستخدمون هذه الأساليب والقائم على أن الأساليب الكمية هي الحد الفاصل بين العلم واللا علم، وإنها هي الدواء العام لكل الأمراض (Panacea) في الإدارة وإنها هي التي ستحل كل مشكلات القرار.

والواقع أن مثل هذا الاعتقاد قد يكون مصدره التطبيق الناجح لهذه الأساليب في مجالات عديدة ولكن هذا لا يجعل من هذه الأساليب هي الإجابة الصحيحة عن كل أسئلة ومشكلات الإدارة. كما أن هذه الأساليب أيضاً لا تلغي دور الخبرة وما يسميه زيلني (M Zeleny) بالقوة الحدسية للمديرين ؛

(Intuitive Power of Manager). لهذا نجد أن البعض يؤكد على أن الإدارة تبقى فناً بشكل كبير وإن استخدام الأساليب الكمية ليس دائماً أفضل من الحس الداخلي البديهي وإن هذه الأساليب ليست هي الإجابة النهائية وإنما هي فقط أداة مساعدة يحتاجها المديرون الذين لهم الكلمة الأخيرة.

فريق العمل متداخل الاختصاصات Interdisciplinary Team:

إن الاستخدامات الأولى لبحوث العمليات في معالجة المشكلات العسكرية خلال الحرب العالمية الثانية اقترن بمدخل مهم هو مدخل فريق العمل متعدد أو متداخل الاختصاصات، حيث كان تعدد فروع المعرفة والاختصاصات عاملاً فعالاً في توسيع نطاق المعالجة الكمية والنوعية للمشكلات من خلال رؤية متفاعلة تقدم على تكامل أو تداخل فروع المعرفة والاختصاصات. ويعد مدخل فريق العمل المتعدد الاختصاصات أسلوباً فعالاً للتحليل والدراسة العميقة للمشكلات الإدارية وذلك للأسباب الآتية:

أولاً: إن المعرفة العلمية المتخصصة أصبحت تنمو وتتراكم بدرجة كبيرة مما يجعل من المستحيل على شخص واحد أن يتخصص في أكثر من فرع من فروع المعرفة العلمية مما يتطلب لتوظيف هذه المعرفة تكامل الاختصاصات وتداخلها في إطار فريق العمل الواحد.

ثانياً: إن المشكلات الإدارية في المنظمات الحديثة لا يمكن النظر إليها على إنها مشكلات ذات بعد واحد وإنما هي مشكلات متعددة الأبعاد، وهذا يعني أنها ليست مشكلات هندسية أو اقتصادية أو إنسانية وغيرها وإنما هي مشكلات إدارية بكل هذه الأبعاد التي من الأفضل معالجتها من خلال مراعاة أبعادها المختلفة. وهذا ما يمكن أن يحققه فريق العمل المتعدد الاختصاصات. وكما يقول لومبا (N.P..Loomba) بأن نفس المشكلات يمكن النظر إليها وتحقيق نتائج مفيدة من قبل أشخاص عديدين ومن خلال مفاهيم مختلفة. والحقيقة هي ليست هناك مشكلات مادية أو بيولوجية، أو اجتماعية أو نفسية أو اقتصادية وغيرها وإنما هناك مشكلات فقط، والمفاهيم المختلفة للعلم تمثل فقط طرق مختلفة للنظر إليها. وبناء على ذلك فإن

فريق العمل بقدر ما يحقق تفاعلاً ضرورياً لمفاهيم الاختصاصات العلمية المتعددة، فإنه يضمن النظرة المتوازنة التي تأخذ بالاعتبار الأطراف والجوانب المختلفة في معالجة المشكلات. كما أن هذا التعدد في الاختصاصات يوفر فرصة افضل لتقديم المعالجات والحلول الأكثر واقعية للمشكلات المعقدة. خاصة وإن استخدام الأساليب الكمية قد يميل إلى مزيد من التجريد مما يجعل الإدارة في المنظمات المختلفة تقف موقفاً سلبياً من استخدام هذه الأساليب فيكون فريق العمل متعدد الاختصاصات بمثابة تقريب لهذه الأساليب من الحالة الواقعية بابعادها المختلفة. وكما تشير المسوحات التي أجريت على المديرين في الشركات الكبيرة والمتوسطة فإن هذا الموقف السلبي من قبل المديرين يرتبط بنقص معرفتهم بهذه الأساليب مما يتطلب من المختصين بالأساليب الكمية أن يقتربوا من فهم المديرين لأساليبهم ويمثل أسلوب فريق العمل وسيلة مهمة في هذا المجال لتقديم معالجة أكثر ملاءمة وواقعية من وجهة نظر الإدارة.

وقد اقترح شايكون (H.N.Shycon) أن يتشكل الفريق من ذوي المهارات الآتية:

واحد أو أكثر من المختصين بالأساليب الكمية (علم الإدارة): شخص أو اشخاص من ذوي المهارات والخبرات بتطبيق الأساليب الكمية على مشكلات علم الإدارة الحقيقي.

واحد أو أكثر من المختصين بالحاسوب وهؤلاء من المحللين والمبرمجين وواضعي النماذج.

واحد أو أكثر من غير الفنيين: وهم ممن يعرفون الشركة بشكل جيد وكذلك المشكلة العملية المطلوب معالجتها ويمكن أن يضمنوا تعاون العاملين مع الفريق.

واحد أو أكثر من المجال المدروس: وهم ممن لهم علاقة مباشرة بالمشكلة العملية ومجالها.

موجز تاريخي لتطور الأساليب الكمية:

الرياضيات قديمة في التاريخ المدون إلا إن ما استخدم منها في عالم الأعمال كان قليلاً حيث كانت تطبيقاتها الأولى مقتصرة على الحاسب لدى التجار الأوائل. وفي الثورة الصناعية التي بدأت في انجلترا في منتصف القرن الثامن عشر، فقد تم إحلال الآلة محل القوة البشرية بعد استخدام المحرك البخاري (Steam Engine) لجيمس وات عام ١٧٦٤، ولم تستخدم الأساليب الكمية حيث كان الاهتمام الأول منصباً على تطوير الآلة.

ورغم تفاقم مشكلات المصانع إلا أن التطور في معالجتها كان بطيئاً حتى بداية القرن العشرين عندما بدأت تظهر نتائج أعمال تايلور (F.W.Taylor). فقد تضمنت مبادئه الأربعة تأكيداً واضحاً على وجود أفضل طريقة (The Best Way) في إنجاز الأعمال يجب التوصل إليها

وتدريب العاملين عليها. والواقع أن الأساليب الكمية هي عملية البحث عن الحل الأفضل أو الأمثل وبالتالي فإن الوعي الإداري الذي قدمه تايلور يصلح لأن يكون قاعدة مهمة للتفكيرالأكثر تعقيداً وعلمية (وتجريداً أيضا) في الأساليب الكمية.

ومع إن الإدارة العلمية كتطبيقات لمبادئ وطرق جديدة انصبت على عقلنة التنظيم والعمل والحركة و الزمن والطرق والأساليب العلمية، فإن علم الإدارة بوصفه علم الأساليب الكمية كان يتطور ببطء بجهود فردية ومبعثرة (Scattered) في العقود الأولى من القرن العشرين. ففي عام ١٩١٢ صاغ جورج بابكوك (G.Babcock) المبادئ الأساسية لحجم وجبة الإنتاج الاقتصادية والتي طورت في عام ١٩١٥ بوضع الصيغة الأولى لنموذج المخزون الخاص بحجم الطلبية الاقتصادية من قبل (F.W.Harris). وخلال الحرب العالمية الأولى قام توماس أديسون (T.Edison) بدارسة الحرب ضد الغواصات حيث تضمن عمله توظيف الإحصاء لتحديد أفضل الطرق للتهرب من الغواصات محللاً أهمية المسار المتعرج (Zigzagging) كطريقة لحماية السفن التجارية. وفي عام ١٩١٦ قام المهندس الدايناماركي إيرانك (A.K.Erlang) بتحليل تذبذب الطلب على تسهيلات الهاتف في البدلات الآلية، فكان أول من طور صيغ وقت الانتظار المتوقع لطالبي النداءات. فكان عمله هو الأساس في تطوير نماذج خطوط الانتظار. كما طبق بعد ذلك فري (T.C.Fry) نظرية الاحتمالات على المشكلات الهندسية عام ١٩٢٥ ليساهم هو الآخر في تطوير نظرية خطوط الانتظار.

وفي عام ١٩٢٤ استخدم دولج (H.F.Dodge) وورومج (H.C.Romig) نظرية المعاينة في الرقابة على الجودة لتمكين والتر شويهات عام ١٩٣١ من ادخال الطرق الإحصائية في الرقابة على الجودة. أما تريبيت (F.W.Trippet) فقد طور استخدام المعاينة الإحصائية لتحديد أوقات العمل القياسية ١٩٣٤.

لقد كانت هذه المساهمات بمثابة البدايات الحقيقية لاستخدام الأساليب الكمية في معالجة مشكلات القرار. لهذا فإن التطور اللاحق خلال الحرب العالمية الثانية من خلال فريق بحوث العمليات في بريطانيا عام ١٩٣٩ وفي الولايات المتحدة عام ١٩٤٢، لم يكن إلا مواصلة لهذه الجهود العلمية من أجل تطوير علم الإدارة. فخلال الحرب العالمية الثانية في عام ١٩٣٩ تم تشكيل فريق علمي تحت اشراف عالم الفيزياء بلاكيت (Blackett's Circus) مكونة من اختصاصات متعددة من رياضيين وفيزيائيين ونفسيين وضباط عسكريين لدراسة المشكلات

العسكرية واللوجستية التي تواجه بريطانيا خلال الحرب. ولأن هذا النشاط العلمي كان ينصب على العمليات العسكرية فقد اطلق عليه تسمية: بحوث العمليات (Operational Research).

أما في الولايات المتحدة فقد تشكلت مجموعة مشابهة في عام ١٩٤٢ لاستخدام الأساليب والنماذج الرياضية في معالجة المشكلات العسكرية. حيث كان هذا النشاط العلمي يسمى في القوة الجوية تحليل العمليات (Operational Analysis) وفي الجيش والقوى البحرية كان يسمى بحوث العمليات أو تقييم العمليات (Operational Evaluation). ويشير كوك (S.L.Cook) في دراسته (تاريخ بحوث العمليات) إلى أن باتريك بلاكيت كتب لصديقه فيلب مورس (P.Morse) أستاذ الفيزياء في معهد ماساشيوست للتكنولوجيا يخبره عن الأساليب العلمية في دعم الجهد العسكري ويقترح عليه أن يفعل شيئاً مماثلاً في الولايات المتحدة. وقد استطاع مورس أن ينظم مؤتمراً شارك فيه عدد من المسئولين العسكريين والعلماء ليطلعهم على ذلك. وهكذا تشكلت مجموعات علماء بحوث العمليات في الولايات المتحدة.

وبعد الحرب العالمية الثانية فإن مجموعات بحوث العمليات الصناعية تشكلت في كل من الولايات المتحدة وبريطانيا لمحاولة نقل التطور الجديد والتطبيق الناجح لأساليب العمليات (الأساليب الكمية) في المجال العسكري إلى مجالات العمل الصناعي. والواقع أن الأساليب الكمية استمرت بالتطور في عام ١٩٤٧ طور جورج دانتزك (G.B.Dantzig) نموذج البرمجة الخطية/ طريقة السمبلكس وهي الطريقة الأكثر انتشاراً واستخداماً في مشكلات القرار. وفي عام ١٩٥٠ طور تيربور (G.Terborgh) ودين (J.Dean) نظرية استبدال المعدات. كما تم تطوير المخططات الشبكية (طريقة المسار الحرج عام ١٩٥٦ وطريقة تقييم ومراجعة المشروع/ بيرت عام ١٩٥٨ في الولايات المتحدة).

إن تطور واتساع المنظمات ساهم في تعقد مشكلات القرار مما أدى إلى أن تكون الأساليب التقليدية في معالجة هذه المشكلات قاصرة على التوصل إلى الحلول الملائمة. فأوجد ذلك الحاجة الحقيقية لاستخدام الأساليب الكمية التي ازدادت أهميتها وكفاءة وسهولة استخدامها مع تطور الحاسوب الرقمي عالي السرعة (High – Speed

Digital Computer وتطوير أنظمة وبرامج الحواسيب التي سهلت استخدام هذه الأساليب، مع امكانية الاستغناء عن الخبير المختص بهذه الأساليب. كما إن ادخال الأساليب

مع امكانية الاستغناء عن الخبير المختص بهذه الأساليب. كما إن إدخال الأساليب الكمية وبحوث العمليات في المناهج الأكاديمية والجامعية منذ أواخر الستينات واتساع نطاق استخدمها. واليوم فإن الأساليب الكمية تعتبر من أكثر الوسائل كفاءة وفاعلية في معاونة صانع القرار للتوصل إلى أفضل الحلول لمشكلات القرار، كما تمثل مصدراً مهماً للتطور الكبير واللاحق لعلم الإدارة وتطبيقاته المتزايدة.

أمثلة عن بعض النماذج

عزيزي الدارس، من أجل زيادة فهم بناء النماذج من خلال التطبيقات العملية، نعرض لك في هذه الفقرة بعض النماذج.

نماذج نقطة التعادل(.Break – Even Point Ms)

يمكن تعريف نقطة التعادل بأنها التمثيل البياني أو الجبري (الرياضي) للعلاقة بين حجم المخرجات (الإنتاج) والتكاليف والعوائد في المنظمات. لهذا فإن نقطة التعادل يمكن تحديدها بشكل بياني أو رياضي، ويعتبر تحليل التعادل (ويسمى أيضاً تحليل الحجم – التكلفة – العائد) أداة مفيدة تساعد الإدارة على فهم وتحديد العلاقة بين المتغيرات الثلاثة (التكلفة – الحجم – العائد) وتحديد حجم المخرجات الذي عنده تتساوى التكاليف الكلية مع العوائد الكلية. ويمكن استخدام نقطة التعادل في حالة الشركة التي تنتج منتجاً واحداً أو عدة منتجات. وفي الحالة الأخيرة يتم احتساب نقطة التعادل لكل منتج بشكل منفصل وهذا ما يجعل نموذج التعادل أداة بسيطة وسهلة الاستخدام ومرشدة للإدارة في مشكلات القرار العديدة كما هو الحال في نموذج التعادل الموقعي (Location Break – Even Analysis) عند المفاضلة بين المواقع، وتحليل التعادل في قرارات الصنع أو الشراء (Make or Buy)، أو في ادخال المنتج الجديد، أو في اختيار المعدات.. الخ. كما يمكن استخدام تحليل التعادل للتحقق من النتائج المتحققة عند استخدام بعض الأساليب الكمية كالبرمجة الخطية وتحليل الانحدار وغيرها.

وقبل استخدام تحليل أو نموذج التعادل يكون ضرورياً التأكد من فرضيات النموذج وهي:

استخدام النموذج لمنتج واحد، إن كل ما ينتج يباع، إن التكلفة المتغيرة للوحدة تظل نفسها بغض النظر عن حجم المخرجات، التكلفة الثابتة لا تتغير بتغيير حجم الانتاج، وأخيراً إن عائد الوحدة يظل نفسه بغض النظر عن حجم المخرجات. مع ملاحظة أن هذه المحددات لم تمنع تطوير نماذج التعادل لاستخدامها في حالات أخرى كما سنعرض ذلك لاحقاً.

ولابد من التأكد في تحديد نقطة التعادل من هذه الفرضيات أو المحددات بأنها تضمن وجود علاقة خطية بين التكاليف والمخرجات، والعائد والمخرجات، ليتم بعدها تحديد التعادل بالطريقة البيانية أو الرياضية وقبل أن نعرض طريقة التوصل إلى حل نموذج التعادل، لنفرض أن :

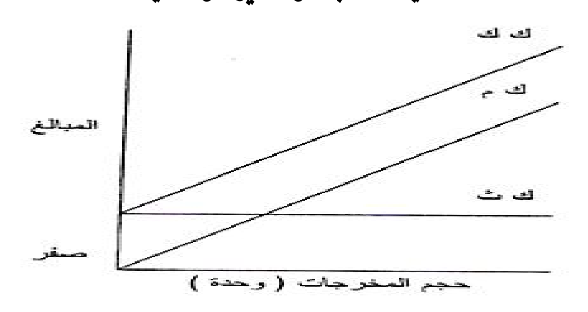
التكاليف الكلية	= ك ك	حجم المخرجات	= ح
التكاليف الثابتة	= ك ث	نقطة التعادل	= ن ت
التكاليف المتغيرة	= ك م	حجم المخرجات عند (ن ت	= ح د. ت
تكلفة المتغير للوحدة	= ك م١	الربح الكلي	= ر
العوائد الكلية	= ع ك		
السعر	= س		

أولاً: نقطة التعادل بالطريقة البيانية

وتعرف بأنها تلك النقطة التي يتقاطع فيها منحنى التكاليف الكلية ومنحنى العوائد الكلية، وبالتالي فإنها تمثل نقطة التقاطع التي عندها يكون الربح صفراً. إن التكاليف الثابتة تظل بدون تغيير عند تغير حجم المخرجات ويتم رسمها بيانياً كخط مستقيم موازي لمحور المخرجات، وذلك لأن التكلفة الثابتة (ك ث) في حدود معينة تكون نفسها عندما يكون حجم المخرجات صفراً أو أي مستوى آخر أكبر من صفر. في حين نجد أن هناك علاقة خطية بين التكاليف المتغيرة (ك م) وحجم المخرجات وكذلك بين التكاليف الكلية (ك ك) وحجم المخرجات. (كما تضح من الشكل (٣).

الشكل (٣)

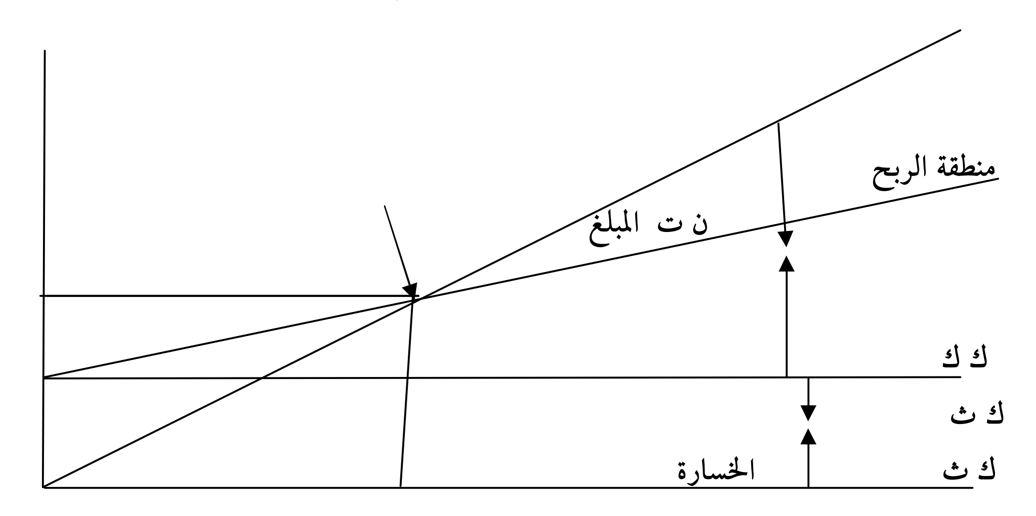
التكاليف الثبتة والمتغيره والكلية



كما أن علاقة خطية أخرى بين العوائد الكلية وحجم المخرجات، والشكل (٤) يوضح نقطة التعادل (ن ت) حيث عندها يتقاطع منحنى التكاليف الكلية ومنحنى العوائد الكلية لتحدد حجم المخرجات عند نقطة التعادل (ح ن ت).

الشكل (٤)

التكاليف الثابتة والمتغيرة وحجم المبيعات



حجم المخرجات ح ن ت صفر

من الشكل (٤) إن نقطة التعادل (ن ت) هي النقطة التي تتساوى عندها التكاليف الكلية مع العوائد الكلية، وإن ما قبل هذه النقطة يمثل منطقة الخسارة (Region of Loss) وما بعدها يمثل منطقة الربح (Region of Profit).

وكما يلاحظ فإن نقطة التعادل مفيدة لتحديد المخرجات التي عندها تتم تغطية جميع التكاليف. وهي تعتمد على التكلفة المتغيرة (Variable Cost) التي تختلف من منظمة لأخرى حيث أن بعض المنظمات تتطلب تكاليف ثابتة كبيرة مع تكاليف متغيرة منخفضة، وهذه الحالة تتطلب حجم مخرجات كبير للوصول إلى نقطة التعادل ولكن في هذه الحالة فإن الربحية تزداد بسرعة كبيرة أي أن منطقة الخسارة تكون كبيرة نسبياً وفي نفس الوقت تتسع منطقة الربح بعد نقطة التعادل بسرعة. وفي حالات أخرى تكون التكاليف الثابتة منخفضة في المنظمة حيث تكون التكاليف المتغيرة منخفضة أيضاً فتؤدي إلى تقلص منطقة الخسارة أما منطقة الربح فيمكن أن

تتسع بمقدار الطاقة الإنتاجية المتاحة أي أن امتداد منطقة الربح يمن أن تتسع مع زيادة حجم المخرجات.

وفي هذا النموذج فإن زيادة الربح يمكن أن تستمر إلى أن تصل حدود الطاقة الإنتاجية المتاحة التي بعدها يكون ضرورياً اضافة طاقة انتاجية جديدة وعندها يجب احتساب نقطة التعادل من جديد.

ثانياً: نقطة التعادل بالطريقة الرياضية

يمكن احتساب نقطة التعادل رياضياً والحالة الأولى التي نعرض لها هي نقطة التعادل بالوحدات.

إن نموذج التعادل يعتمد على الربط بين العوائد الكلية والتكاليف الكلية باستخدام عامل الربح حيث الفرق بينهما.

عند نقطة التعادل يساوي صفر، فيمكن البدء من هذه النقطة حيث:

الربح الكلي = العوائد الكلية – التكاليف الكلية = صفر

نعيد كتابة المعادلة رقم (١) باستخدام المعادلتين (١-٢) و (١-٣) فتصبح:

ر = ع ك – ك ك = صفر ... ... (١-١)

وحيث ع ك = السعر × حجم المخرجات

ع ك = س × ح .... (١-٢)

وحيث ك ك = التكلفة الثابتة + التكاليف المتغيرة

ك ك = ك ث + ك م .... (١-٣)

ولأن التكاليف المتغيرة = التكلفة المتغيرة للوحدة × حجم المخرجات

ك م = م ن١ × ح

إذن ك ك = ك ث + (ك م ١ × ح) ... ... (١-٤)

إن المعادلة (١-٥) تمثل النموذج العام لنقطة التعادل، ونستطيع أن نشتق صيغة أخرى من شرط نقطة التعادل حيث العوائد الكلية (ع م) تساوي التكاليف الكلية (ك ك) حيث:

ع ك = س × ح (من المعادلة ١ -٢)

ك ك = ك ث + (ك $م_١$ × ح) (من المعادلة ١ -٤)

ر = ع ك – ك ك = (س × ح) – (ك ث + ك م)

= (س × ح) – [ك ث + (ك م١ × ح)] ... ... (١–٥)

نقطة التعادل بالطريقة الرياضية:

الايرادات – التكاليف = صفر

كx س – ت ث + ك x غ = صفر

ك س – ت ث + ك غ = صفر

ك (س+ غ – ت ث) = صفر

نقطة التعادل هامش المساهمة = ت ث

المساهمة

إذن الشرط الذي يتمثل في: ع ك = ك ك يصبح:

س × ح = ك ث + (ك م١ × ح) ... ... (١–٦)

والمعادلة السابقة (١–٦) هي نفس المعادلة (١–٥) **وبالتالي فإن المعادلتين (١–٥) و (١–٦) يمثلان النموذج العام نفسه**. ومن أجل حل النموذج أي التوصل إلى وضعه بالصيغة التي يمكن استخدامها لتحديد حجم المخرجات عند نقطة التعادل (الحالة الأولى)، نقوم بمعالجة وحل المعادلة (١–٦):

س × ح = ك ث + (م ك١ × ح)

(س × ح) – (م ك١ × ح) = ك ث

ح (س – م ك١) = ك ث

ح = ك ث ... ... (١–٧)

س ك م١

ح = ك ث

س ك م

إن كمية (ح) في المعادلة (١-٧) هي كمية أو حجم المخرجات عند نقطة التعادل. لذا فإن النموذج لنقطة التعادل هو:

ن ت (وحدة) = ك ث ... ... (١-٨)
س − ك م١ ن ت وحدة = ك ث
س − ك م

الإنتاجية وحجم المبيعات المتوقع، وكذلك التحقق من الحل الأمثل الذي تقدمه النماذج الأخرى كالبرمجة الخطية (بالنسبة لكل منتج في منتجات المزيج الإنتاج) ونماذج الإنحدار ونماذج المخزون (عند احتساب التكلفة الاجمالية السنوية) وغيرها. كما يمكن الاستفادة منها في تخطيط حجم المخرجات (المبيعات) عند مستوى الربح المخطط (م١) بعد إدخال الربح المخطط.
في المعادلة (١-٨): أي:

حجم المخرجات عند مستوى = ك ث + ر م ... ... (١-٩)
الربح المخطط س − ك م١

مثال:

تقوم احدى الورش الإنتاجية بادخال آلة جديدة ويتوقع أن تكون التكلفة الثابتة (٦) آلاف جنيه في الشهر، وسوف تستخدم الآلة في انتاج نوع من الحلقات المعدنية ويتوقع أن تكون تكلفة العوامل ومواد الإنتاج (٠,١٥٠)، وسعر بيع الحلقة المعدنية الواحدة (٠,٣٥٠) جنيه.
ما هو عدد الحلقات المعدنية التي ينبغي انتاجها من اجل تحقيق التعادل؟
ما هو الربح (أو الخسارة) الذي سيتحقق عند البيع (١٠٠) ألف حلقة معدنية في أشهر؟
ما هو حجم المخرجات من الحلقات المعدنية لتحقيق ربح مقداره (٥) آلاف جنيه شهرياً؟
الحل:
ك ث = ٦٠٠٠ جنيه
ك م١ = ٠,١٥٠ جنيه
س = ٠,٣٥٠ جنيه

ومن المعادلة (١-٨):

ح ن ق = ٦٠٠٠ = 30000 وحدة

٠,٣٥٠ - ٠,١٥٠

٢-من المعادلة (١-٤)

ر = س × ح - [ك ث + (ك م١ × ح)]

= ٠,٣٥٠ × ١٠٠٠٠٠ [٦٠٠٠ + (٠,١٥٠ × ١٠٠٠٠٠)]

= ٣٥٠٠٠ - ٢١٠٠٠

= ١٤٠٠٠ جنيه

الحل بطريقة المساهمة

ك(س - م) - ث = صفر

ك(٠,٣٥٠ - ٠,١٥٠)- ٦٠٠٠ = صفر

٣٥٠. ك - ٠,١٥ ك - ٦٠٠٠ = صفر

٠,٢٠٠ ك = ٦٠٠٠

٠,٢٠٠ ك = ٣٠٠٠٠

ك (س - م) - ث = صفر

ك (٠,٣٥٠ - ٠,١٥٠) - ٦٠٠٠ = صفر

ك (٠,٣٥-٠,١٥٠) = ٦٠٠٠

ك= ٦٠٠٠

٠,٢٠٠

ك =٣٠٠٠٠

٣-من المعادلة (١-٩):

ح (عند مستوى الربح المخطط) = ٦٠٠٠ + ٥٠٠٠ = ٥٥٠٠٠ وحدة

٠,٣٥٠ - ٠,١٥٠

الحالة الثانية: تحديد نقطة التعادل بالمبالغ النقدية بدلاً من الوحدات المنتجة ولتحقيق ذلك نقوم باشتقاق يساعد على التعبير عن حجم المخرجات بالوحدات النقدية. ولهذا يمكن تحويل الجانب

الأيمن من المعادلة (١-٨) إلى نقطة التعادل بوحدات نقدية بضرب الجانب الأيسر من المعادلة بالسعر، أي:

الربح المستهدف رياضياً

ك (س- م)- ث = ر

٨٠٠٠ (٧ - ٢) - ٣٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠

(٥٦٠٠٠ - ١٦٠٠٠) - ٣٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠

٤٠٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠

للتأكيد

المبيعات = ٥٦٠٠٠

(-) ث غ = (١٦٠٠٠)

٤٠٠٠٠

هامش المساهمة

(-) ب ث = (٣٠٠٠٠)

صافي الربح ١٠٠٠٠

ن ت (جنيه) = ... (١-١٠)

س = [ك ث / س - ك م ١]

وبمعالجة المعادلة يمكن التعبير عنها:

ن ت (جنيه) = ... (١-١١)

ومن معلومات المثال (٢) يمكن احتساب نقطة التعادل بالوحدات النقدية:

ن ت (جنيه) = ٠,٣٥٠ × ٦٠٠٠ = ١٠٥٠٠ جنيه

٠,٣٥٠ - ٠,١٥٠

أو ن ت (جنيه) = ٦٠٠٠ = ١٠٥٠٠ جنيه

١-٠,١٥٠ / ٠,٣٥٠

الحالة الثالثة: تحديد نقطة التعادل بنسبة الطاقة (BEP in percents Capacity)

إن تحديد حجم المخرجات عند نقطة التعادل يمكن توظيفه لتحديد مدى ملاءمة الطاقة الإنتاجية المتاحة في الشركة. ففي الحالة التي تكون فيها هذه الطاقة أقل من حجم المخرجات عند نقطة التعادل (ح ن ت) فإن هذه الشركة يقع حجم مخرجاتها في منطقة الخسارة (Region of Loss)، أما إذا كانت الطاقة مساوية لحجم المخرجات عند نقطة التعادل، فإن الشركة لا تحقق ربحاً ولا خسارة. أما إذا كانت الطاقة أكبر من (ح ن ت) فإنها تحقق ربحاً يمكن احسابه وفق المعادلات التي سبق عرضها ويمكن اشتقاق صيغة نقطة التعادل كنسبة من الطاقة وذلك باستخدام المعادلة (١-٨) بقسمة جانبها الأيسر على الطاقة الإنتاجية المتاحة وضربه (١٠٠)، أي:

ن ت (دينار) = س (ك ث / (س − ك م١)) .. .. (1-10)

وبمعالجة المعادلة يمكن التعبير عنها :

ن ت (دينار) = ك ث / (1 − ك م١ / س) .. .. (1-11)

إذن نقطة التعادل	(نسبة الطاقة) = ك ث × ١٠٠ / (س − ك م١ الطاقة المتاحة (وحدة))

نفرض أن الطاقة الإنتاجية للآلة في المثال (٢) كانت (٤٠) الف حلقة معدنية في الشهر، ما هي نقطة التعادل بنسبة الطاقة؟ حسب المعادلة (١-١٢):

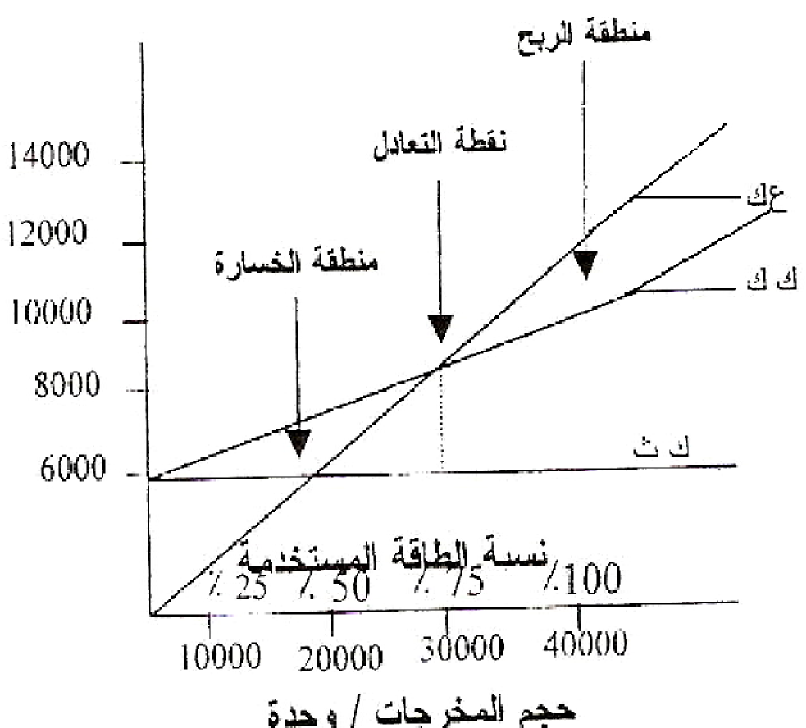
نقطة التعادل بنسبة الطاقة = ٦٠٠٠ × ١٠٠ / (٠,٣٥٠ − ٠,١٥٠ ٤٠٠٠٠) = ٧٥٪

والشكل رقم (٥) يوضح ما تحدثنا عنه حيث أن نقطة التعادل تقع عند حجم المخرجات (٣٠) ألف وحدة وهذا الحجم يمثل نسبة (٧٥٪):

ر = ٠,٣٥٠ × ٤٠٠٠٠ − [٦٠٠٠ + (٠,١٥٠ × ٤٠٠٠٠)]

= ١٤٠٠٠ − ١٢٠٠٠ = ٢٠٠٠ دينار.

شكل رقم (٥)



الحالة الرابعة: نموذج نقطة التعادل اللا خطية(Curvilinear Break – Even M)

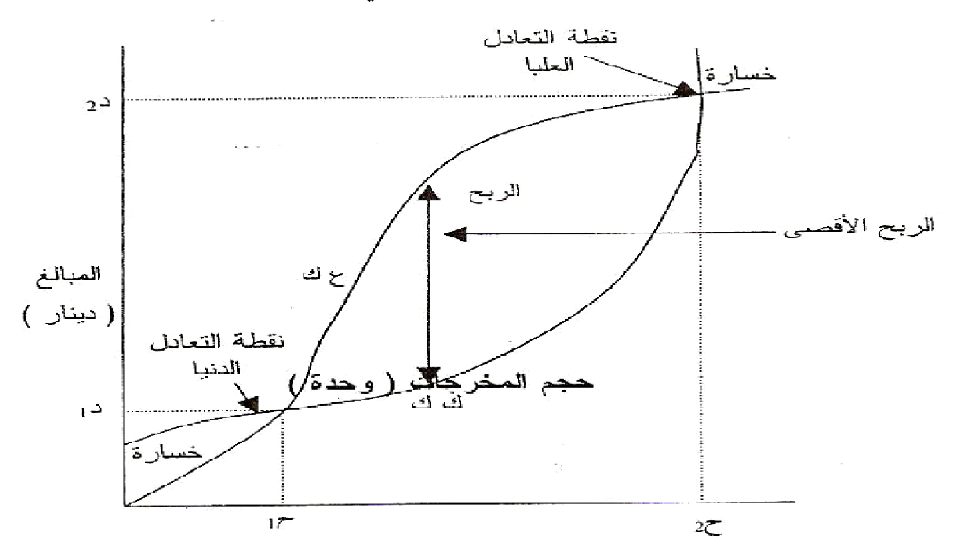
إن نموذج نقطة التعادل في كثير من الأحيان لا يمكن استخدامه في الحياة الواقعية وذلك لأن التكاليف والعوائد تكون غير خطية. فمثلاً نفقات الإعلان يمكن أن تصل إلى نقطة تناقص العوائد. لأن قانون تناقص العوائد

(Law of Dimishing Returns) يشير إلى أكثر من عامل إنتاج واحد حيث يمكن أن يصل إلى نقطة تكون مساهمته أقل من تكلفته. إن طاقم الصيانة يعول عليه في تقديم خدمات إلى (١٠) آلات، وإن إضافة الطاقم الثاني يمكن أن يحسن خدمات الصيانة لهذه الآلات العشر، وكذلك الطاقم الثالث وإذا تم الاستمرار بإضافة الطواقم، فإننا نصل إلى أن الطاقم الإضافي سيضيف إلى المخرجات الكلية أقل من تكلفته، وفي مثل هذه الحالة (حالة العلاقة غير الخطية) تكون لدينا نقطتان للتعادل كما في الشكل رقم (٦)

إن الشكل رقم (٦) يكشف عن وجود نقطتي تعادل (دنيا وعليا) فتكون هناك منطقة خسارة أولى قبل نقطة التعادل الدنيا ومنطقة خسارة ثانية بعد نقطة التعادل العليا، في حين تكون هناك منطقة ربح واسعة نسبياً يتحدد فيها مواقع الربح الأقصى عند أكبر تباعد بين منحنى التكاليف الكلية (ك ك) ومنحنى العوائد الكلية (ع ك).

الشكل رقم (٦)

نقطة التعادل العليا



نموذج المنتجات المتعددة (Multiproduct Model)

إن هذه الحالة أيضاً تكشف عن قصور في نموذج التعادل في حالة المنتوج الواحد وذلك لأن الحالة النمطية في أغلب الشركات (الصناعية وغير الصناعية) ليس هو المنتج الواحد وإنما المزيج الإنتاجي أو تعدد المنتجات. حيث كل منتج له سعر بيع وتكلفة متغيرة للوحدة يختلفان عن غيره. لهذا تم تطوير تحليل التعادل ليستجيب هذه الحالة.

$$\text{ق ن (دينار)} = \left(\frac{\text{ك ث}}{1 - \frac{\text{ك م1}}{\text{س}}} \right) \quad \ldots\ldots\ldots (11\text{-}1)$$

وبتعديل هذه الصيغة حسب نسبة المبيعات تصبح :

$$\text{ق ن (دينار)} = \left(\frac{\text{ك ث}}{\left[1 - \left(\frac{\text{ك م1 أ}}{\text{س أ}}\right) \times (\text{و أ})\right]} \right) \quad \ldots\ldots\ldots (12\text{-}1)$$

حيث يمكن تعديل المعادلة (١-١١) لتعكس نسبة المبيعات من كل منتج وذلك باستخدام وزن كل منتوج ضمن المبيعات الكلية

إن المعادلة (١-١١) هي:حيث

ك م ١ = التكلف المتغيرة للوحدة

و = نسبة كل منتوج ضمن المبيعات الكلية

أ = كل منتج من المنتجات المتعددة

ولتوضيح استخدام هذه الصيغة نقدم المثال رقم (٣)

مثال :

شركة تقوم بإنتاج (٣) منتجات وكانت البيانات المتعلقة بأسعارها وتكاليفها المتغيرة ومبيعاتها المتوقعة كما مبين في الجدول. فإذا كانت التكاليف الثابتة في كل شهر (٢٥٠٠) دينار، احسب نقطة التعادل (جنيه) للمنتجات المتعددة في الشركة.

المنتجات	السعر (جنيه)	التكلفة المتغيرة للوحدة (ك م١)	المبيعات السنوية المتوقعة (وحدة)
م١	٥	٢,٠	٥٠٠٠
م٢	٢,٥	١,٦	٩٠٠٠
م٣	٢,٤	١,٥	٨٠٠٠

الحل :

إن تحليل التعادل في هذا المثال هو نفسه بالنسبة لمنتج واحد إلا إننا ندخل وزن كل منتوج ضمن المبيعات الكلية وذلك من خلال إعداد الجدول الآتي الذي يسهل حل المعادلة رقم (١-١٣)

المنتجات	السعر (جنيه	كم١ (جنيه)	ك م١/س	١-ك م١/س	المبيعات السنوية المتوقعة (جنيه)	المبيعات ٪	المساهمة النسبية (جنيه)
(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)
م١	٥	٢	٠,٦	٠,٤	٢٥٠٠٠	٠,٣٧	٠,١٨٤
م٢	٢,٥	١,٦	٠,٦٤	٠,٥	٢٢٥٠٠	٠,٣٤	٠,١٧٠
م٣	٢,٤	١,٥	٠,٦٢٥	٠,٣٧٥	١٩٢٠٠	٠,٢٩	٠,١٠٩
					٦٦٧٠٠	١,٠٠	٠,٤٢٧

يلاحظ من الجدول أن المبيعات السنوية من المنتوج (م١) تبلغ (٢٥٠٠٠) جنيه، وهذه تمثل نسبة ٢٧٪ من المبيعات الكلية من المنتجات الثلاثة في الشركة، ولاستخراج نسبة مساهمة هذا المنتوج نقوم بضرب (٣٧, ٠ × ٤, ٠ = ١٤٨, ٠) للتوصل إلى أهمية النسبية.

(Its elative Contribution) التي تمثله بالعلاقة مع المنتجات الأخرى. إن الأهمية النسبية الكلية (٤٢٧, ٠) لكل جنيه مبيعات.

والآن نحسب نقطة التعادل باستخدام المعادلة (١٢):

ن ت (جنيه)

$$\text{ن ت (دينار)} \left(\frac{\text{ك ث}}{\text{مج} \left[\left(1 - \frac{\text{ك م}_{1-\text{أ}}}{\text{س}_{\text{أ}}} \right) \times (\text{و}) \right]} \right)$$

إذن ن ت (جنيه) = $\frac{١٢ \times ٢٥٠٠}{٠,٤٢٧}$ = 70257.61 جنيه

نموذج أ.ب.ج(ABC)

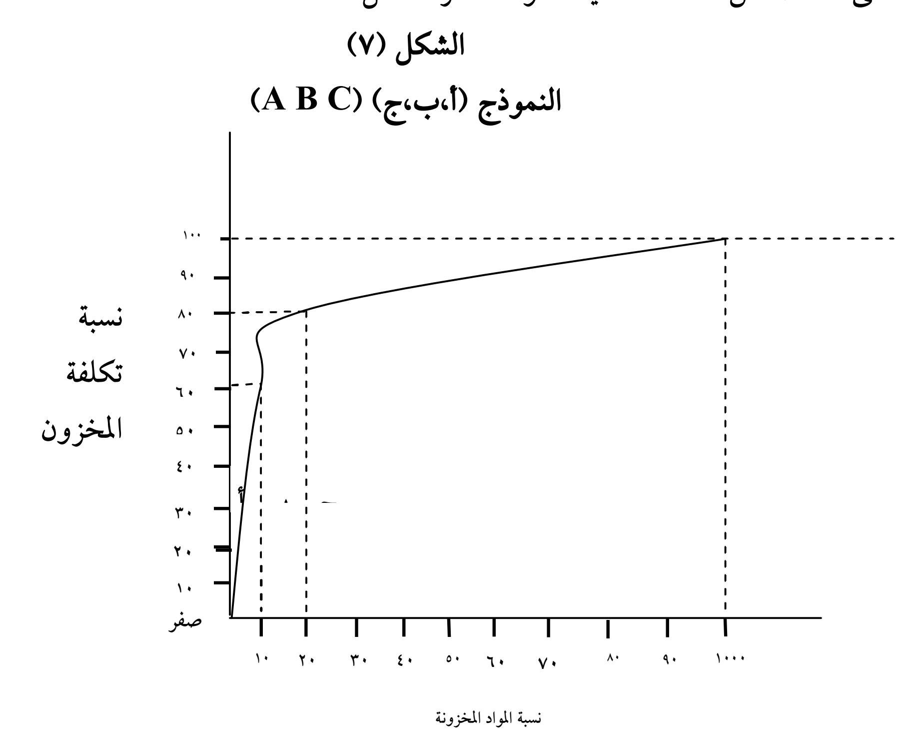
إن نموذج أ ب ج أو كما يسميه البعض نظام أ ب ج (ABC System) يستخدم لتصنيف المخزون حسب الأهمية النسبية للمواد المخزنية التي تعبر عنها تكلفة المادة المستخدمة سنوياً (تكلفة الوحدة × معدل استخدامها السنوي). حيث يتم تصنيف فئات المواد المستخدمة إلى الفئة

(أ) وهي فئة مهمة جداً من حيث تكلفتها، والفئة (ب) ذات أهمية متوسطة والفئة (ج) ذات أهمية أدنى. والنموذج يعمل كطريقة بيانية – رياضية تقريبية. حيث يشير الواقع الفعلي إلى أن الفئات الثلاث (أ ب ج) التي تتباين فيما بينها من حيث الأهمية (التكلفة) فإنها تتباين بطريقة عكسية من حيث معدل الاستخدام السنوي (Annual Usage Rate) فالفئة (أ) وهي الفئة الأكثر تكلفة تتسم بكونها الفئة قليلة العدد ومعدل استخدامها السنوي محدوداً ولكن تكلفتها السنوية عالية جداً. في حين أن الفئة (ج) تكون ذات التكلفة الأدنى على الرغم من أن معدل استخدامها السنوي كبير.

وأهمية نموذج (أ ب ج) تتمثل في امكانية استخدامه من خلال تحديد التكاليف التقريبية للمواد الداخلة في كل فئة. فالفئة (أ) التي تمثل حوالي (١٠٪) من مجموع المواد المخزنة المستخدمة تمثل حوالي (٧٠٪) من التكلفة الكلية لتلك المواد، أما الفئة (ب) فإنها تمثل أيضاً (١٠ – ٢٠٪) من مجموع المواد المخزنة المستخدمة تقريباً إلا أن تكلفتها تصل إلى (٢٠٪) من التكلفة الكلية لتلك المواد، في حين أن الفئة (ج) التي تضم (٧٠ – ٨٠٪) من مجموع المواد المخزنة لا تزيد تكلفتها على (١٠٪) من التكلفة الكلية للمواد (انظر الشكل ٧).

الشكل (٧)

النموذج (أ،ب،ج) (A B C)



إن التوصل إلى تصنيف المواد وفق هذا النموذج يساعد على احتساب تكلفة المواد ونسبتها العددية بسهولة. فمثلاً ما هي تكلفة المواد المتمثلة بأول (٥٠٪) من مجموع المواد تكون الإجابة بأنها حوالي (٩٥٪) من مجموع تكلفة المواد. وبهذه الطريقة يمكن الاستفادة من النموذج في احتساب التكلفة لأية نسبة من المواد والعكس صحيح أيضاً. كما أن هذا النموذج يرشد الإدارة بسهولة إلى المواد التي يجب الاهتمام بها وذلك بإعطائها نسبة من الوقت تتلاءم مع أهميتها أو كلفتها ضمن التكلفة الكلية. وسنعود إلى هذا النموذج في الفصل المتعلق بنماذج المخزون لنكشف عن مزايا أخرى في هذا النموذج.

الفصل الثاني

الأساليب الكمية

واتخاذ القرارات الإدارية

مفهوم وأهمية الأساليب الكمية :

تتعدد أساليب اتخاذ القرارات من الأسهل إلى الأصعب من حيث الجهد، الوقت والتكلفة، حيث يأتي في مقدمة هذه الأساليب من حيث قلة الجهد، والسرعة في الوقت، وقلة التكلفة؛ أسلوب الحدس والتخمين والرأي الشخصي لحل مشكلة معينة.

بعدها تتدرج مجموعة من الأساليب من حيث الصعوبة لتصل إلى استخدام الطرق العلمية والرياضية، ويتوقف استخدام هذه الأساليب دون الأخرى على طبيعة المشكلة، أي أن الموقف هو الذي يملي نوع الأسلوب الذي يمكن تطبيقه، حيث **يمكن تقسيم أساليب اتخاذ القرار إلى قسمين:**

* **أساليب نظرية (تقليدية)**: قائمة على أساس البديهة والحكم الشخصي إلى جانب الخبرة.

* **أساليب علمية (كمية)**: والتي تزداد أهميتها مع تعقد البيئة التنظيمية وطبيعة المشكلات التي يمكن أن يواجهها متخذ القرار، ومن بين الأساليب العلمية (الكمية) نجد بحوث العمليات.

يعتبر علم الأساليب الكمية من العلوم التطبيقية التي أحرزت انتشارا واسعا خاصة بعد الحرب العالمية الثانية وذلك في مجال العلوم الإدارية، حيث يعتبر هذا العلم من الوسائل العلمية المساعدة في اتخاذ القرارات بأسلوب أكثر دقة وبعيد عن العشوائية الناتجة عن تطبيق أسلوب المحاولة والخطأ، لاعتماده على المعلومات الملائمة في اختيار البديل الأمثل لحل المشاكل التي يمكن أن تواجه متخذ القرار،وحتى يكون القرار جيدا **يجب أن تتوفر هذه المعلومات على جملة من الخصائص وهي:**

الشمول: يجب أن تتصف المعلومات بالكمال الذي يفيد متخذ القرار.

الدقـة: توفير المعلومات حسب طلب المستخدم والموضوع محل البحث.

التوقيت: ورود المعلومات في الوقت المناسب لاستخدامها في اتخاذ القرارات.

الوضوح: الدرجة التي تكون فيها المعلومات خالية من الغموض ومفهومة بشكل كبير لمستخدمها.

المرونـة: مدى قابلية المعلومات للتكيف بحيث يمكن استخدامها أكثر من مرة.

الموضوعية: أي أنها خالية من قصد التحريف أو التغيير لغرض التأثير على مستخدم المعلومات.

ونظرا لاستعمالات الأساليب الكمية في مجالات مختلفة فقد تعددت التعريفات المقدمة حولها،

فهناك من يعرفها على أنها: " إحدى الأدوات الكمية التي تساعد الإدارة في عملية اتخاذ القرارات".

وهناك من يرى بأنها: "عبارة عن استخدام الطرق والأساليب والأدوات العلمية لحل المشاكل التي تتعلق بالعمليات الخاصة بأي نظام بغرض تقديم الحل الأمثل لهذه المشاكل للقائمين على إدارة هذا النظام".

كما عرفت بأنها: "مجموعة من الأدوات القياسية التي تمكن الإدارة من الوصول إلى قرارات أكثر دقة وموضوعية، وذلك بتقديم الأساس الكمي لتحليل البيانات والمعلومات".

وهناك من يعرف الأساليب الكمية على أنها: " مدخل كمي أو رياضي لاتخاذ القرارات، يعتمد على بعض المعالجات الرياضية في حل مشاكل متعددة تواجه الإدارة"

من خلال هذه التعريفات يمكن القول أن الأساليب الكمية تلعب دورا مهما لدراسة أنواع المشاكل، ومنها المتعلقة بإدارة الأعمال من خلال النظر إلى المشكلة من زاوية كمية، ومن تم صياغتها حسب الوظائف المتاحة، **وتتضح أهمية الأساليب الكمية والأساليب الكمية لدراسة الأمور الكمية في إدارة الأعمال من خلال :**

المساهمة في تقريب المشكلة الإدارية إلى الواقع.

صياغة نماذج رياضية معينة تعكس مكونات المشكلة.

عرض النموذج في مجموعة من العلاقات الرياضية وإعطاء فرص مختلفة (بدائل) لعملية اتخاذ القرارات وبما يساهم في تفسير عناصر المشكلة والعوامل المؤثرة فيها.

تطبيق هذه النماذج الرياضية في المستقبل عندما تواجهنا مشكلة مماثلة.

ولهذا يوفر هذا العلم فوائد كبيرة لصانعي ومتخذي القرارات ومن بين هذه الفوائد نجد :

طرح البدائل لحل مشكلة معينة لاتخاذ القرار المناسب، اعتمادا على العوامل والظروف المتوفرة.

إعطاء صورة تأثير العالم الخارجي على الاستراتيجيات التي تتخذها الإدارة، فمثلا تغير العرض والطلب من الظروف الخارجية التي تؤثر على إنتاج السلعة وتحقيق الأرباح من خلال إنتاجها.
صياغة الأهداف والنتائج ومدى تأثر هذه الأهداف بكافة العوامل والمتغيرات رياضيا للوصول إلى كميات رقمية يسهل تحليلها.

التطور التاريخي لالأساليب الكمية ومجالات استخداماتها:

يعتبر علم الأساليب الكمية من العلوم الحديثة، حيث كان أول ظهور لهذا العلم سنة ١٩٣٦ في بريطانيا، إلا أن البداية الحقيقية لاستخدام هذا العلم كان أثناء الحرب العالمية الثانية، ويرجع تسميتها بهذا الاسم إلى العمليات الحربية التي كانت أولى مجالات استعمالاتها، بعدها تعدى استخدام هذا العلم المجالات العسكرية وأصبح يستخدم في المجالات المدنية، وعرف عدة تسميات منها علم الإدارة، الطرق الكمية في الإدارة، وتحليل النظم، ومن أهم المجالات التي **يمكن استخدام الأساليب الكمية فيها هي:**

المجالات الإدارية: حيث يوفر هذا العلم المعلومات اللازمة لاتخاذ القرار المناسب في الوقت المناسب.

مجال الإنتاج والتصنيع والبيع وبأقل تكلفة ممكنة وأقل فاقد ممكن وأعلى ربح.

مجالات التعيين وذلك باختيار الشخص المناسب للوظيفة الملائمة.

مجالات التخطيط من خلال متابعة المشاريع وإعداد الخطط الزمنية لتنفيذ المشاريع المختلفة.

ويمكن تصنيف أهم التطورات التي عرفها علم بحوث العمليات على النحو التالي :

١/ استخدام الأساليب الكمية أثناء الحرب العالمية :

أ/ استخدامه في بريطانيا: كان أول استخدام لهذا العلم في بداية الحرب العالمية الثانية، عندما دعت إدارة الحرب البريطانية فريقا من العلماء برئاسة البروفيسور " بلاكيت" Blackett p.m.s" من جامعة "مانشيسٹر" " Manchester " لدراسة المشاكل الإستراتيجية والتكتيكية المتعلقة بالدفاعين الجوي والأرضي لبريطانيا.

إلا أن هذه الدراسات لم تقتصر على الدفاع الجوي والأرضي فقط، بل امتدت الدراسات إلى البحرية البريطانية، حيث كان هذا الفريق يسعى إلى الاستخدام الأمثل للموارد الحربية المحدودة في تلك الفترة، وقد كانت النتائج التي حققها هذا الفريق باهرة، كان من ضمنها تحسين منظومة الرادار وتحسين الدفاع المدني وغيرها.

هذه النتائج الجيدة التي حققتها إدارة الحرب البريطانية شجعت إدارة الحرب الأمريكية على إجراء دراسات مماثلة.

ب/ استخدامه في أمريكا : قامت الإدارة الأمريكية بتكوين فريق خاص لمعالجة بعض المشاكل المعقدة كمشكلة نقل المعدات والمواد المختلفة، وتوزيعها على الوحدات العسكرية المنتشرة في مناطق مختلفة من العالم، ولقد كان كل من " James.B " (جيمس) رئيس لجنة استخدام بحوث الدفاع القومي، و "فانيفار" "Vannevare" رئيس لجنة الأسلحة والمعدات الجديدة وراء استخدام الأساليب الكمية في المجالات العسكرية في أمريكا، حيث شاهدا استخدام هذا الأسلوب أثناء إقامتهما في بريطانيا أثناء فترة الحرب. ونظرا للنجاح الذي تحقق في الولايات المتحدة الأمريكية بفضل استخدام علم بحوث العمليات، حيث مست التطبيقات مجالات أوسع من تلك التي تمت في بريطانيا، حيث واصل العسكريون اهتمامهم بهذا العلم من خلال وكالة بحوث العمليات، والتي تحولت فيما بعد إلى مؤسسة بحوث العمليات.

٢/ استخدام الأساليب الكمية في المجالات المدنية بعد الحرب العالمية الثانية:

لقد كان لتطبيق علم الأساليب الكمية أثناء الحرب العالمية الثانية في المجالات العسكرية أثرا إيجابيا كبيرا، مما شجع علماء الإدارة ورجال الأعمال الذين كانوا يبحثون عن حلول لمشاكلهم المتعلقة بالعمل، على إدخال هذا العلم على إدارة المشاريع الاقتصادية.

أ/ في بريطانيا: قام فريق من المهتمين بهذا المجال بتكوين نادي الأساليب الكمية سنة ١٩٤٨، والذي أصبح اسمه فيما بعد جمعية الأساليب الكمية للمملكة المتحدة، والتي بدأت في إصدار مجلة علمية ربع سنوية ابتداءا من سنة ١٩٥٠ والتي تعد أول مجلة في هذا المجال.

ب/ في أمريكا: تم تكوين جمعية الأساليب الكمية الأمريكية، ومعهد الإدارة العلمية سنة ١٩٥٠، وقد أصدرت هذه الجمعية مجلة الأساليب الكمية سنة ١٩٥٢، بعدها أصدر معهد الإدارة العلمية مجلة تخصصية في الأساليب الكمية اسمها مجلة الإدارة العلمية وذلك سنة ١٩٥٣.

٣/ استخدام الأساليب الكمية في الوقت الراهن

نظرا لزيادة حجم النشاط الذي تقوم به المنظمات الإدارية المختلفة في الوقت الراهن، وتزايد التعقيدات التي تتسم بها الإجراءات الإدارية، وإدراك الإدارة لمدى أهمية القرار الإداري

السليم، فقد تعدى اليوم استخدام الأساليب الكمية مواطن نشأته، وأصبح يستخدم في كثير من دول العالم، كما تعدى أيضا مجالات استخداماته الأولى.

ويرجع هذا الانتشار الواسع لاستخدام الأساليب الكمية في المجالات الإدارية إلى انتشار الحاسب الآلي، حيث أثبتت إحدى الدراسات التي نفذت عل مجموعة كبيرة من الشركات الأمريكية عام ١٩٩١، أن تسع (٠٩) شركات من أصل عشرة(١٠) تمثل تكنولوجيا المعلومات جزءا حيويا في عملهم.

هذا بالإضافة إلى ظهور البرامج العلمية المتطورة للحساب، والتي لها الأثر الواضح في دفع استخدام الأساليب الكمية إلى آفاق واسعة بلغت مستوى التخطيط الاستراتيجي الذي يعتبر من أهم النشاطات التي تقوم بها الإدارة العليا؛ والذي يستعمل للتعرف على الأسباب الكامنة وراء المشاكل المستعصية، والتي يمكن أن تمس عملية الإنتاج والتخزين والتمويل والنقل وغيرها من المشاكل التي يمكن أن تواجه المنظمة، كما تمكن الإدارة أيضا من تقييم السياسات البديلة للتشغيل والاستثمار، وتساعدها في تحديد احتياجات المؤسسة على المدى الطويل.

ثالثا: منهج الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات.

إن اتخاذ القرار هو جوهر ولب العملية الإدارية في أي مشروع، والقرار في حد ذاته هو اختيار حل من بين عدة حلول لمشكلة معينة.

وعليه فإن اتخاذ القرار هو اختيار أحد البدائل المتاحة في الخصوص بغية اتخاذ القرار الأمثل من حيث تحقيق الهدف والموضوعية.

لذلك فعملية اتخاذ القرار هي مجموعة متتالية من الخطوات والإجراءات التي تؤدي في نهايتها إلى اختيار أفضل الحلول البديلة، وإصدار الأوامر الخاصة بتنفيذها.

كما تعني عملية اتخاذ القرار مجموعة الخطوات التي يقوم بها متخذ القرار من أجل الوصول إلى الهدف الذي يسعى من أجله.

وقبل توضيح الخطوات التي يتبعها متخذ القرار عندما يرغب في اتخاذ قرار معين، تجدر بنا الإشارة إلى أنواع القرارات أو الظروف التي تتخذ فيها مختلف أنواع القرارات، والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام وهي:

اتخاذ القرار في حالة التأكد التام: وهذه هي أبسط أنواع القرارات التي تواجه متخذ القرارات، حيث يستطيع فيها تحديد نتائج كل بديل من البدائل المتوفرة بشكل مؤكد، والسبب يعود إلى

توفر البيانات والمعلومات اللازمة حسب طبيعة المشكلة، ومن تم فإن مهمة متخذ القرار في هذه الحالة هي اختيار البديل الذي يحقق أكبر عائد ممكن في ظل هذه الحالة المؤكد وقوعها.

اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد(المخاطرة): تعرف هذه الحالة بعملية اتخاذ القرار تحت ظروف الخطر، حيث يحدد متخذ القرار عددا من الحالات أو الأحداث المتوقع حدوثها في المستقبل، وكذلك احتمالات حدوث كل حالة من هذه الحالات أو الأحداث، وغالبا ما يتم تحديد احتمالات وقوع هذه الأحداث بأحد الأسلوبين التاليين:

الاحتمالات الموضوعية: وهي التي يتم حسابها على أساس تحليل البيانات التاريخية المتاحة أو المجتمعة من سنوات سابقة، وعلى أساس أن ما حدث في الماضي قد يتم حدوثه في المستقبل.

الاحتمالات التقديرية: وهي التي يتم تحديدها على أساس الخبرة والتقدير الشخصي أو استطلاع آراء الخبراء والمتخصصين، والمعايير المستخدمة في كلتا الحالتين تسمى بالاحتمالات التقديرية، أو معيار ما يطلق عليه بالقيمة المتوقعة.

اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد التام: في حالة عدم التأكد التام يكون متخذ القرار غير متأكد من احتمالات الأحداث المتعددة وذلك لعدم وجود تجارب في الماضي يمكن لمتخذ القرار من تقدير هذه الاحتمالات.

فمثلا نجد المنشآت الإنتاجية أو الخدمية التي تعمل في ظل النظم الاقتصادية تتسم قراراتها بحالة عدم التأكد كون أسواقها تكون غير متوازنة ويسودها الاضطراب من حيث علاقة العرض والطلب، وبالتالي تكون البيانات والمعلومات المتاحة حول نتائج القرار غير كافية.

وفي مثل هذه الحالة على متخذ القرار اتخاذ قرار معين يعتمد على أحد المعايير المختلفة والتي تساعد متخذي القرارات على تحديد البديل الأفضل واتخاذ القرار الملائم، **ومن هذه المعايير:**

أ- معيار أقصى الأقصى: maxi max

حيث يقوم متخذ القرار باختبار البدائل التي تحقق له أكبر عائد مادي، أي اتخاذ البديل المتفائل.

ب- معيار أقصى الأدنى: maxi min

وفي هذه الحالة يتصرف متخذ القرار بنوع من التشاؤم، ويقوم باختيار أقل الفوائد.

ج- معيار أدنى الأقصى: mini max

في هذه الحالة يتصرف متخذ القرار بالتفاؤل الحذر، أي باختيار أفضل النتائج لكل بديل ثم يقوم باختيار أقل هذه النتائج.

د-معيار أدنى الأدنى: mini mini

يتصرف متخذ القرار في هذه الحالة بدرجة كبيرة من التشاؤم، وهذه تكون في حالة كبيرة من عدم التأكد بالنسبة إلى متخذ القرار فيختار أقل عائد لكل بديل.

هـ- معيار الندم:

اقترح العالم "سافاج" "savag" معيارا يرتكز على الدراسات النفسية، وأطلق عليه معيار الأسبق أو الندم، ويشير "سافاج" إلى أن متخذ القرار بعد اتخاذه للقرار والحصول على عائد معين قد يشعر بالندم لأنه يعلم في تلك الفترة بحالة الطبيعة التي حدثت، وبالتالي فهو يتمنى لو كان قد اختار بديلا آخر غير الذي تم اختياره.

وقد توصل العالم "سافاج" إلى أن متخذ القرار لا بد وأن يبدل جهده لتقليل ندمه.

وحتى يكون القرار جيدا يجب أن يكون ذلك القرار قد اتخذ بعد خطوات ومراحل متكاملة ومترابطة، والتي يمكن إدراجها فيما يلي:

١/ **تعريف المشكلة**:تعريف المشكلة هو حجر الأساس في نجاح أو فشل ا لقرار، إذ يجب التعرف على الظروف المحيطة بالمشكلة، وذلك بسبب اختلاف الظروف التي ربما تؤدي إلى اختلاف القرار، حيث يمكن تقسيم المشاكل حسب التصنيف التالي:

مشاكل روتينية: وهي المشاكل المتكررة.

مشاكل حيوية: وهي المتعلقة بالخطط والسياسات المتبعة في المشروع.

مشاكل طارئة: وهي التي تحدث دون وجود مؤشرات على حدوثها، ويعتمد علاجها على قدرة المدير في اتخاذ قراره بسرعة وحزم.

وحتى تكون هناك مشكلة لا بد من توفر الشروط التالية:

أن يكون هناك شخص أو مجموعة أشخاص، لهم حاجة تنتظر الإشباع أو الإرضاء، وهذا الشخص أو هذه المجموعة هي ما تعرف بمتخذ القرار.

أن تكون هناك مجموعة من بدائل السلوك التي يمكن الاختيار من بينها.

يجب أن تكون هناك بيئة للمشكلة قيد الدراسة، وفي الأساليب الكمية فإن البيئة قد تكون جزءا من النظام المدروس. مثلا"وكالة، سوق، قسم الإنتاج في مصنع ما..."

أن يكون متخذ القرار غير قادر على تحديد أي تلك البدائل يعد الحل الأمثل لتلك المشكلة، أي يكون لدى متخذ القرار مشكلة إذا كان لديه هدف موجود بشكل فعلي، يريد تحقيقه، وأنه هناك طرقا بديلة لتحقيقه، وأنه غير قادر على تحديد أي تلك البدائل هو الأفضل.

لذلك كان لا بد من تحديد المشكلة بشكل واضح، بحيث تمنع أي لبس أو غموض، وكخطوة أولى في تحديد المشكلة يجب تحديد هدف البحث، وتحديد العوامل ذات العلاقة بالحل والتي يمكن إخضاعها لرقابة الإدارة.

٢/ بناء النموذج:النموذج ما هو إلا تمثيل أو محاكاة لنظام حقيقي، يعمل في الحياة الواقعية يراد دراسته، حيث **يكمن غرضان أساسيان وراء بناء النماذج وهما:**

تحليل سلوك النظام من أجل تحسين أدائه.

تحديد الشكل الأمثل للنظام، وذلك في المستقبل"ما الذي يجب أن يكون عليه النظام".

ويوضح النموذج – في صورة رياضية- الهدف المراد تحقيقه، وكذلك المحددات أو القيود التي يراد في إطارها تحقيق ذلك الهدف.

٣/ اختبار النموذج:يتم في هذه المرحلة الكشف عن مدى صحة النموذج من حيث تمثيله للنظام الحقيقي المدروس، وذلك من خلال مقارنة أداء النموذج مع أداء النظام الحقيقي في الماضي، فالنموذج الصحيح يعطي نفس الأداء السابق للنظام الحقيقي إذا كان تحت ظروف مشابهة من المدخلات.

٤/ **حل النموذج**:يتم في هذه المرحلة استخدام أسلوب أو تقنية مناسبة لحل هذا النموذج، وفي هذه المرحلة يجب عل باحث العمليات أن يكون مستعدا للإجابة عن الأسئلة المتعلقة التي سوف تحصل على الحل وذلك فيما لو تغيرت بعض مكونات المشكلة المدروسة وهذا ما يعرف بتحليل الحساسية، مثل: تأثير التغير في الطاقة الإنتاجية لآلات أو العاملين.

٥/ اختبار مدى مناسبة الحل:في هذه المرحلة يحتاج المحلل إل تحديد الظروف لبتي يمكن في ظلها استخدام الحل الذي توصل إليه في المرحلة السابقة، ومدى إمكانية توفير مثل هذه الظروف. كما يحتاج لتوضيح الحدود التي تبقى فيها النتائج المتحصل عليها من حل النموذج صحيحة.

٦/ تطبيق الحل:يتم في هذه المرحلة وضع النتائج المتحصل عليها من حل النموذج موضع التنفيذ، وذلك في شكل برنامج عمل أو خطة معينة يتم تحديدها بمعرفة كل من فريق الأساليب الكمية والذين سيقومون بتنفيذ هذه الحلول.

ولا تنتهي مهمة متخذ القرار عند تنفيذه لقرار معين، بل تتعدى ذلك إلى متابعة نتائج التنفيذ، وذلك للتعرف على مدى نجاح البديل المختار أو الأمثل في معالجة المشكلة، وتحقيق الهدف المرغوب، كما تمكن أيضا من اكتشاف المشكلات والمعوقات التي تواجهها عملية التنفيذ والعمل على حلها أو الحد منها قدر الإمكان.

ويتضح من خلال هذه المراحل الست التي تمر بها عملية اتخاذ القرار أنها مراحل مترابطة ومتناسقة لا يمكن الاستغناء عن إحداها، فكل منها تؤثر في الأخرى وتتأثر بها، لتهدف جميعها في النهاية إلى الوصول إلى قرارات رشيدة وفعالة.

دور باحث العمليات (العلاقة بين باحث العمليات والإدارة)يكمن دور باحث العمليات باختصار في مساعدة الإدارة على اتخاذ قرارات سليمة، غير أن القرار في النهاية من مسؤولية الإدارة وحدها، ونظرا لكبر حجم المشروعات وتعقد عملياتها ومشاكلها، وتغير البيئة باستمرار، فإن حاجة الإدارة لمتخصص الأساليب الكمية في تزايد مستمر، حيث أصبحت المشاركة والتعاون بين متخصص الأساليب الكمية والإدارة أمر لا بد منه.حيث يتطلب هذا التعاون من المديرين (متخذي القرارات) فهما للأدوات التي يستخدمها هؤلاء المتخصصون- كيفية وصف المشكلة وتوفير المعلومات اللازمة لحلها- حتى يتسنى لهم معرفة كيفية استخدامها وتفسير النتائج المترتبة عنها.

وسائل الأساليب الكمية

تعتمد الأساليب الكمية كمدخل رياضي يساعد متخذي القرارات على اتخاذ القرارات الرشيدة والفعالة، على مجموعة من الوسائل يمكن إيجاز أهمها فيما يلي:

١- البرمجة الخطية:

يمكن تقسيم مفهوم البرمجة الخطية إلى قسمين وهما:

* البرمجة: وتعني استخدام الأسلوب العلمي المنطقي في تحليل المشاكل.

* الخطية: وهي مستخدمة لوصف العلاقة بين متغيرين أو أكثر، وهي علاقة مباشرة.

فالبرمجة الخطية تشير إلى ذلك الأسلوب الرياضي الذي يهتم بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة(مادية وبشرية) وفق أسلوب علمي مبرمج.

والبرمجة الخطية هي أسلوب أو طريقة تقنية تستخدم لتحديد الحل أو البديل الأمثل لمشكلة ما، خاصة فيما يتعلق بالتخصيص الأمثل للموارد المحدودة في ضوء الإمكانات المتاحة، بهدف تعظيم العوائد أو خفض أو تقليل التكلفة.

فالشكل العام للمشكلة التي يستخدم فيها أسلوب البرمجة الخطية ويوفر حلا لها غالبا ما تكون من النوع الذي يقوم على تعظيم أو تدنية أحد المتغيرات التابعة، والتي تتوقف على مجموعة من المتغيرات المستقلة، والتي تكون محلا وموضعا لمجموعة من القيود.

وتتوقف عملية التعظيم أو التدنية على طبيعة الهدف الذي يمثله المتغير التابع، فمثلا مقدار أكبر من الربح يفضل عن مقدار صغير، ولذا فإن مشكلة الربح غالبا ما تكون مشكلة تعظيم، ولكن تكلفة أقل أفضل من تكلفة أكبر، ولذا فإن مشكلة التكاليف عادة ما تكون مشكلة تدنية.

ويتوقف حجم المتغير التابع على العديد من العوامل الحرجة والتي يطلق عليها اسم المتغيرات المستقلة، وهي مجموعة المتغيرات التي تحدد حجم المتغير التابع، فحين نستعمل البرمجة الخطية لحل هذه المشكلة فإننا نفترض وجود علاقة خطية بين المتغير التابع ومحدداته، وعادة ما يكون المتغير التابع ممثلا لهدف اقتصادي مثل: الأرباح، الإنتاج، التكلفة، عدد أسابيع العمل....وتظهر هذه العلاقة بالصورة التالية: ص= أ$_1$س$_1$+أ$_2$س$_2$+......+أ$_ن$س$_ن$.

وتعبر هذه المعادلة عن العلاقة الخطية لأن كل قيم (س) مرفوعة لأس واحد (١).

حيث تمثل ص المتغير الاقتصادي التابع(كالربح)، وتكون كل (س) هي متغيرات مستقلة تؤثر على حجم المتغير التابع، وعادة ما يطلق على هذه المعادلة السابقة اسم دالة الهدف.

وتستخدم العلاقة الخطية لأن الكثير من المواقف تمثل العلاقة الخطية العلاقة الموجودة في العالم الحقيقي تمثيلا جيدا هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن العلاقة الخطية تبسط العمليات الحسابية بشكل ملحوظ.

وعليه فإن أسلوب البرمجة الخطية يستخدم في حالة التأكد التام، أي أنه لا يسمح بوجود احتمالات ولا يسمح بوجود أي متغيرات عشوائية

٢- نظرية الاحتمالات:

تمثل هذه النظرية إحدى الأساليب المستخدمة لاتخاذ القرار، وبصفة خاصة في ظل ظروف المخاطرة (حالة المخاطرة)، أي المواقف التي يكون فيها متخذ القرار غير متأكد تماما من النتيجة التي ستحقق من استخدام بديل معين.

وتعتمد نظرية الاحتمالات على جملة من المفاهيم أهمها:

* الاحتمال: وهو فرصة وقوع شيء أو حدث ما.

* التجربة العشوائية: وهي التجربة التي يمكن أن نتنبأ بجميع نتائجها قبل البدء فيها، مثال ذلك نتيجة طالب في امتحان ما، فهذه النتيجة إما أن تكون نجاح أو تكون رسوب، والتي تكون معروفة مسبقا قبل أن يبدأ الطالب في الإجابة عن أسئلة الامتحان.

*فراغ العينة: وهي عبارة عن جميع النتائج الممكن الحصول عليها من إجراء تجربة عشوائية، ويرمز لها بالرمز (S)، وبالتالي فإن فراغ العينة للتجربة العشوائية السابقة هي (نجاح، رسوب).

* الحدث: وهو فئة جزئية من فراغ العينة، لذلك فإن الحدث أنواع، يمكن إدراجها فيمايلي:

حدث بسيط: تتكون فئته الجزئية من عنصر واحد فقط.

حدث مركب: تتكون فئته الجزئية من أكثر من عنصر.

حدث مستحيل:وهو الحدث الذي لا تحتوي فئته الجزئية على أية عنصر.

حدث مؤكد: وهو الذي يحتوي على جميع عناصر فراغ العينة.

الحدث المكمل: تلك العناصر التي تنتمي إلى فراغ العينة، ولا تنتمي إلى الحدث الأصلي.

فإذا كان الحدث الأصلي(A)، والحدث المكمل له(A^-) فإن:

$$A^- \cup A = S$$
$$A^- \cap A = \varphi$$

حيث تعني (S): الحدث المؤكد.

وتعني φ: الحدث المستحيل.

الأحداث المستقلة: وهي الأحداث التي لا يؤثر وقوع بعضها من عدمه على وقوع أو عدم وقوع بعضها الآخر.

الأحداث غير المستقلة: وهي الأحداث التي يؤثر وقوع بعضها من عدمه على وقوع أو عدم وقوع بعضها الآخر.

دالة الاحتمال: يرمز لدالة الاحتمال بالرمز (P)، وتعرف كالأتي:

إذا كان (A) حدثا ما، فإن احتمال وقوع الحدث هو $P(A)$، وتكون لـ $P(A)$ الخاصية التالية:

$$0 \leq P(A) \leq ١$$

فأصغر قيمة يصل إليها احتمال وقوع الحدث (A) هي الصفر(٠)، وهذا يحدث إذا كان (A) حدثا مستحيلا، وأعلى قيمة يصل إليها هي الواحد (١)، وهذا إذا كان الحدث (A) حدثا مؤكدا.

فإذا احتوى الحدث (A) على (m) من العناصر، وكان فراغ العينة (S) يحتوي على (n) من العناصر فإن احتمال وقوع (A) هو:

$$P(A) = \frac{m}{n} = \frac{\text{عدد عناصر الحدث } A}{\text{عدد عناصر فراغ العينة } S}$$

وبالطبع فإن عناصر الحدث (A) دائما أقل من عناصر فراغ العينة، إلا إذا كان الحدث (A) حدثا مؤكدا، وبالتالي يكون عناصر الحدث (A) مساويا لعدد عناصر فراغ العينة (S)،أي أن (m=n)، ويكون احتمال وقوع الحدث (A) هو:

$$P(A) = \frac{m}{n} = 1$$

أما إذا كان الحدث مستحيلا فإن عدد عناصر الحدث (A)يساوي الصفر، وتكون (m=٠)، واحتمال وقوع الحدث (A) هو:

$P(A) = \frac{0}{n} = 0$ أي أن $0 \leq P(A) \leq 1$

٣- شجرة القرارات:

يتميز هذا الأسلوب - كغيره من الأساليب الإدارية- من تمكين متخذ القرار من رؤية البدائل المتاحة والأخطار والنتائج المتوقعة لكل منها بوضوح.

ولتطبيق هذا الأسلوب بفعالية يحتاج متخذ القرار إلى الاستعانة بالحاسب الآلي لتقدير (تحديد) درجة الاحتمالات المتوقعة، وتحديد إجمالي العوائد المتوقعة خلال فترة زمنية محددة لاختيار البديل الذي يحقق أكبر فعالية.

ويستعمل أسلوب شجرة القرار في حل المشكلات ذات البدائل المتعددة، وكذلك الحالات المتعددة المحتمل مواجهتها، خاصة عندما تكون المشكلة متعلقة بعنصر المخاطرة وعدم التأكد.

٤- **نظرية المباريات:**تطبق نظرية المباريات على العلاقات بين الوحدات المتنافسة المستقلة (أفراد أو منظمات) ويعني لفظ المباريات وجود صراع من نوع معين، بمعنى أن نجاح طرف معين يكون على حساب الطرف الآخر. ومن وجهة نظر الأطراف المشتركة،فإن هذه النظرية تقوم على

أساس أن الوصول إلى اتفاق معين (من بين مجموعة كبيرة جدا من الاتفاقات البديلة) أفضل من عدم وجود أي اتفاق، وبالتالي من صالح هؤلاء أن يتعاونوا مع بعضهم البعض للوصول إلى قرار معين.

أ- عناصر المباراة:

اللاعبون: (الأشخاص الذين يشملهم موقف المباراة)، بمعنى متخذي القرارات.

قواعد المباراة.

نتائج المباراة.

القيم التي يعطيها اللاعبون لكل نتيجة.

العوامل التي يسيطر عليها اللاعبون.

نوع وكمية المعلومات المتاحة وقت المباراة.

ب- قواعد المباراة:

عدد المشاركين (اللاعبين) في المباراة محدد.

لكل لاعب عدد محدد من الاستراتيجيات المتاحة أمامه.

لا يتصل اللاعبون بعضهم ببعض، أي أن ما يختاره اللاعب الأول من إستراتيجية لا يعرف بها اللاعب الآخر.

قرارات جميع اللاعبين تتخذ في نفس الوقت.

كل لاعب يمارس قدرا محددا من التحكم وعليه أن يستخدم هذا القرار في التحكم بأفضل طريقة ممكنة، أي اختيار أفضل إستراتيجية بحيث تحقق له أفضل عائد ممكن.

قرار كل لاعب يؤثر عليه فيما يحققه من ربح ويؤثر عل اللاعب الآخر المشترك في المباراة من ربح، فعندما يتخذ اللاعب قرارا يقيد من حرية اللاعب الآخر في اختيار إستراتيجيته واللاعب ذاته مقيد في اتخاذ قراره نتيجة تعرضه للاعب الآخر.

ج- المفاهيم الاقتصادية:

الخطة: هي مجموعة من البرامج التي يتم من خلالها تحقيق أهداف جهة معينة في تعظيم أرباحها أو تدني خسائرها.

عائد الخطة: يمثل العائد الصافي الذي تحققه الخطة، فإذا كان هدف الخطة تعظيم أرباح الوحدة الإنتاجية فإن عائد هذه الخطة يقاس بمقدار ما تحققه من ربح، أما إذا كان هدف الخطة زيادة

قيمة المبيعات أو الإنتاج فإن عدد الخطة يتمثل في مقدار المبيعات أو الإنتاج الممكن تحقيقه بعد تنفيذ الخطة.

*مصفوفة عوائد الخطط: وهي عبارة عن المجموعة المكونة من العوائد التي يمكن للجهة المعنية (المتنافسة) تحقيقها في ظل استخدام مختلف التوليفات من الخطط الممكنة لمقابلة خطط المتنافس الآخر.[١]

د- تصنيفات المباريات:

مباريات الحظ والمهارة: تعد المباراة مباراة حظ متى اعتمدت نتيجة المباراة من هذا النوع على الحظ وحده ولا دخل للمهارة في تحديد نتيجة المباراة مثل سحب اليانصيب، وتعد المباراة مباراة مهارة إذا ما اعتمدت نتيجة المباراة على المهارة وحدها ولا دخل للحظ في نتيجة المباراة مثل الألعاب الرياضية الفردية، أما مباراة الحظ والمهارة فإنها تشير إلى اعتماد نتيجة المباراة على الحظ والمهارة معا مثل المعارك الحربية وعملية التسويق.

المباريات الثنائية ذات الحصيلة الصفرية: وهي تلك التي تتم بين طرفين متنافسين أو ذوي مصالح متعارضة، بحيث تكون الحصيلة الجبرية لعائد المباراة لكلا الطرفين معا مساوية للصفر، أي أن مكاسب أحدهما لا بد وأن تساوي خسائر الآخر، ومن أمثلة ذلك مباريات كرة القدم، أو إذا تنافس مشروعان على حجم سوق ثابت مثلا وفاز أحدهما بزيادة ١٠٪ في نصيبه في السوق فإن الآخر بالضرورة يكون قد خسر ما يعادل هذه النسبة من حصته في السوق.

المباريات الثنائية غير صفرية الحصيلة: وهي تلك التي تتم بين طرفين متنافسين أو ذوي مصالح متعارضة، بحيث تكون الحصيلة الجبرية لعائد المباراة لكلا الطرفين معا غير مساوية للصفر، أي أن مكاسب أحدهما لا تساوي خسائر الآخر، ومن أمثلة ذلك أنه قد يترتب على حملة إعلامية يقوم بها أحد مشروعين متنافسين بزادة مبيعاته بنسبة معينة ولكن النقص في مبيعات المنافسة يقل عن هذه النسبة أو يزيد عنها، وفي الحالة الأولى تكون المبيعات الكلية للمشروعين معا قد زاد، وفي الحالة الثانية تكون المبيعات الكلية قد نقصت، وتكون الزيادة في أرباح المشروع الأول في الحالة الأولى أكبر من النقص في أرباح الحالة الثانية، بينما تكون أقل من هذا النقص في الحالة الثانية.

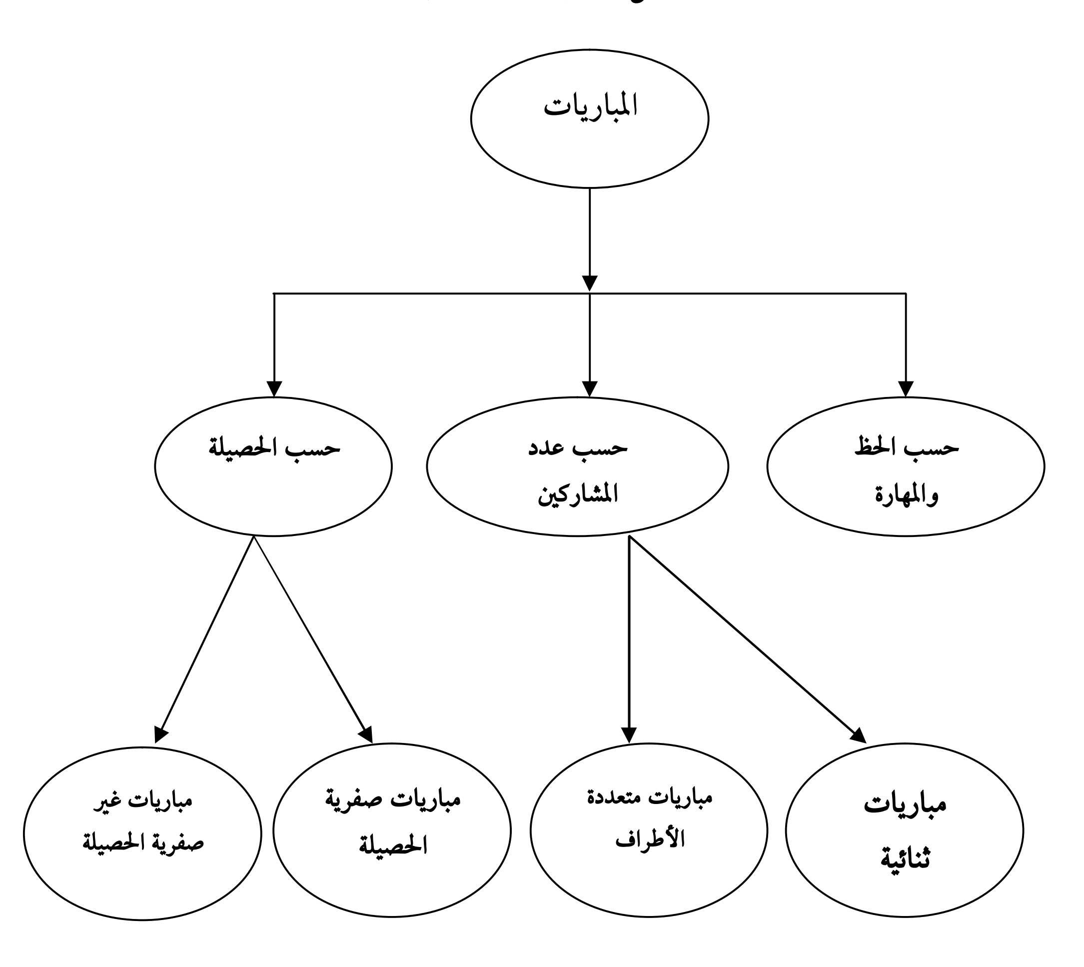
---

[١]. سليمان محمد مرجان، مرجع سابق، ص- ص: ٢٧٩-٢٨٠.

المباريات متعددة الأطراف: إذا زاد عدد المشاركين عن اثنين، وهي قد تكون ذات حصيلة صفرية، كما يمكن أن تكون ذات حصيلة غير صفرية موجبة أو سالبة.

والشكل التالي يوضح تصنيف المباريات:

شكل ٢: المباريات وتصنيفاتها



المصدر : سليمان محمد مرجان، بحوث العمليات، مرجع سابق، ص ٢٨٠.

أهمية واستخدامات علم الأساليب الكمية :

تتلخص أهمية الأساليب الكمية فيما يلي :

وسيلة مساعدة في اتخاذ القرارات الكمية باستخدام الطرق العلمية الحديثة.

يعتبر علم الأساليب الكمية من الوسائل العلمية المساعدة في اتخاذ القرارات بأسلوب أكثر دقة وبعيد عن العشوائية الناتجة عن التجربة والخطأ.

تعتبر الأساليب الكمية فن وعلم في آن واحد فهي تتعلق بالتخصيص الكفء للموارد المتاحة وكذلك قابليتها الجديدة في عكس مفهوم الكفاءة والندرة في نماذج رياضية تطبيقية.

يسعى هذا العلم إلى البحث عن القواعد والأسس الجديدة للعمل الإداري، وذلك للوصول إلى أفضل المستويات من حيث الجودة الشاملة، ومقاييس المواصفات العالمية (الايزو).

أنها تساعد على تناول مشاكل معقدة بالتحليل والحل والتي يصعب تناولها في صورتها العادية.

أنها تساعد على توفير تكلفة حل المشاكل المختلفة وذلك بتخفيض الوقت اللازم للحل.

أنها تساعد على تركيز الاهتمام على الخصائص الهامة للمشكلة دون الخوض في تفاصيل الخصائص التي لا تؤثر على القرار، ويساعد هذا في تحديد العناصر الملائمة للقرار واستخدامها للوصول إلى الأفضل.

اتخاذ القرارات الإدارية

مفهوم اتخاذ القرار : هو جوهر ولب العملية الإدارية في أي مشروع وبشكل عام يعرف بأنه اختيار المدرك والواعي والقائم على أساس التحقق والحساب في اختيار البديل المناسب من بين البدائل المتاحة في موقف معين، وبعبارة أخرى اتخاذ القرار هو ليس الاستجابة التلقائية ورد الفعل المباشر اللاشعوري وإنما هو اختيار البديل المناسب من بين البدائل المتاحة في موقف معين، وبعبارة أخرى اتخاذ القرار هو ليس الاستجابة التلقائية ورد الفعل المباشر اللاشعوري وإنما هو اختيار واعي قائم على التدبير والحساب في تفاصيل الهدف المراد تحقيقه والوسائل التي ينبغي استخدامها. [١٠] من الناحية الإدارية والعملية يوجد فرق بين اتخاذ القرار (Decision tapring) وصناعة القرار (Decision Making) فالأول وضحنا مفهومه فيما أعلاه، بينما صناعة القرار والتي تعتبر الآن محور البحث العلمي لإصدار قرارات رشيدة ناتجة عن الصناعة بمعنى أن لصناعة القرار مدخلات تقود إلى مخرجات وهذا يعني دراسة مخلات صناعة القرار ليكون رشيدا وقابلا للتنفيذ متماشيا مع ظروف الإنتاج السائدة.[١١]، وهي التي تتضمن كافة

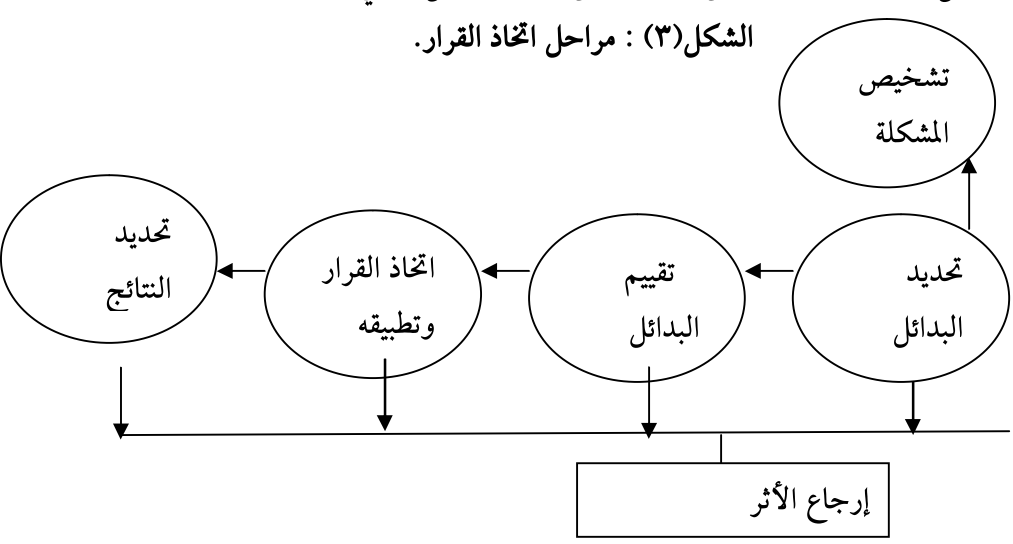
المراحل التي من شانها أن تقود إلى عملية اتخاذ القرار في حين هذا الأخير يعني مرحلة الاختيار والتنفيذ من صناعة القرار. وبالنظر إلى أهمية تحديد مفهوم اتخاذ القرار قد انبرى لهذا الفرض العديد من الكتاب والباحثين المختصين بالعلوم الإدارية وخاصة من المتخصصين منهم في مجال السلوك التنظيمي والموارد البشرية، والغرض من ذلك هو تحديد مفهوم علمي للقرار يمكن أن يتفق أو يبتعد عن المفهوم الدارج الذي سبق التعرض له،وذلك كما يلي :

يونغ : " عرف القرار بأنه الاستجابة الفعالة التي توفر النتائج المرغوبة لحالة معينة أو لمجموعة حالات محتملة في المنظمة"

أما هارسيون : يعرف القرار بأنه " اللحظة في عملية تقييم البدائل المتعلقة بالهدف والتي عندها يكون توقع متخذ القرار بالنسبة لعمل معين بالذات جعله يتخذ اختيارا يوجه آلية قدراته وطاقاته لتحقيق غاياته " من هذه التعاريف يمكن استنتاج أن اتخاذ القرار هو عملية الاختيار بين مجموعة من البدائل في ظل توفر ظروف معينة لتحقيق نتائج وأهداف مسطرة.

مراحل اتخاذ القرارات : يمكن أن تبينها من خلال الشكل التالي:

الشكل(٣) : مراحل اتخاذ القرار.



الإمارات العربية المتحدة ص ٢٦

المصدر: جمال الدين لعويسات " الإدارة وعملية اتخاذ القرار دار هومه "

نظرا لأن الشكل الموضح أعلاه يتضمن المراحل الكبرى لاتخاذ القرار يمكن تحديده بدقة المراحل كما يلي :

١ – ***مرحلة إدراك المشكلة :*** أي وعي متخذ القرار بوجود مشكلة معينة ولا بد من اتخاذ قرار لحلها.

٢ – ***تحديد معايير القرار :*** أي المعايير التي يمكن أن نحكم من خلالها بجدوى أو عدم جدوى القرار المتخذ، فعلى سبيل المثال: قد يكون المعيار هو اختيار ذلك الفعل الذي يحقق اكبر صافي قيمة حالية في حالة القرارات الاستثمارية التي تتضمن عدد من الآلات المحتملة للشراء.

٣ – تحديد أوزان المعايير اللازمة لاتخاذ القرارات.

٤ – تحديد البائل المتوفرة واستبعاد الرديء منها.

٥- اختيار وتقييم كل بديل : بواسطة تحديد المتغيرات التي يمكن قياسها بسهولة (إيرادات، تكاليف، زمن.....)

٦- اختيار البديل الأمثل من البدائل وإصدار القرار :يتم ذلك من خلال ٣ منطلقات وهي : الخبرة، التجربة، البحث والتحليل. والمنطلق الأخير هو الأسلوب الأكثر استخداما وتأثيرا لتحديد المشكلة.

٧- اتخاذ القرار وتنفيذه مع متابعته وتقيمه : حيث انه لا تنتهي مهمة متخذ القرار عند تنفيذه فحسب بل تتعدى إلى متابعة نتائج التنفيذ وذلك للتعرف على مبدأ نجاح البديل المختار أو الأمثل في علاج المشكلة أو تحقيق الهدف المرغوب. [١٤]

٣) أنواع القرارات : هناك أنواع مختلفة من القرارات المتخذة من قبل المدراء أو من جهة متخذي القرار وهذه الأنواع :

أولا : اخذ القرار من تحقيق الهدف أو نتائج المتوصل لها وهذه تتمثل :

القرار الأمثل.

القرار الأفضل.

القرار الممكن.

ثانيا : هناك أنواع أخرى من القرارات والتي تعتمد على توفر عامل التأكد أو عدم التأكد ويمكن تحديدها بالأنواع التالية :

اتخاذ القرار في حالة التأكد التام : وهي ابسط نوع وأندرها بحيث يستطيع متخذ القرار تحديد نتائج كل بديل من البدائل المتوفرة بشكل مؤكد والسبب يعود لتوفر البيانات والمعلومات.

اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد(المخاطرة) : حيث يتصف القرار في هذه الحالة بأن متخذ القرار على معرفة تامة باحتمالات حدوث أي حالة من الحالات والتي تؤثر على بدائل القرار المختلفة وهناك معايير يمكن أن يستخدمها متخذ القرار على في هذا المجال منها معيار القيمة المالية المتوقعة، معيار خسارة الفرص الضائعة.

اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد التام : في هذه الحالة تكون نسبة المخاطرة مرتفعة جدا وذلك لعدم وجود تجارب في الماضي لمتخذ القرار، في مثل هذه الحالة على متخذ القرار اتخاذ قراره اعتمادا على المعايير الآلية لتحديد البديل الأفضل واتخاذ قراره اعتمادا على المعايير التالية لتحديد البديل الأفضل واتخاذ القرار الملائم: (١٥)

أ – *معيار الأقصى :* حيث يقوم متخذ القرار باختيار البدائل التي تحقق أكبر عائد مادي أي اتخاذ البديل المتفائل.

٢ – *معيار أقصى الأدنى :* وفي هذه الحالة يتصف متخذ القرار نوع من التشاؤم ويقوم باختيار اقل الفوائد.

٣ – *معيار أدنى الأقصى :* وفي هذه الحالة يتصف متخذ القرار بالتفاؤل الحذر أي باختيار أفضل النتائج لكل بديل ثم يقوم باختيار اقل هذه النتائج.

٤ – *معيار أدنى الأدنى :* هنا بتصرف متخذ القرار بدرجة كبيرة من التشاؤم وهذه تكون في حالة كبيرة من عدم التأكد بالنسبة إلى متخذ القرار فيختار اقل عائد لكل بديل.

٥ – *معيار الندم :* اقترح هذا المعيار العالم **savage** معيار يرتكز على الدراسات النفسية، حيث يرى أن متخذ القرار بعد اتخاذه القرار والحصول على عائد معين قد يشعر بالندم لأنه يعلم في تلك الفترة بحالة الطبيعة التي حدثت وبالتالي فهو يتمنى لو كان قد اختار بديلا آخر غير الذي ثم اختياره وقد توصل العالم savage إلى أن متخذ القرار لابد أن يبذل جهده لتقليل ندمه.

٤) نماذج اتخاذ القرارات : يتطلع أي مدير إلى أن تكون قراراته كاملة الرشد والعقلانية أي موضوعية ومنطقية بصورة كاملة ولكن هذا لا يتوفر في الغالب، فغالبا ما يقوم المدير باتخاذ قراراته في ضوء معلومات غير كافية.و هكذا تصنف نماذج اتخاذ قراراته إلى نموذجين رئيسين هما :

ا – النموذج الرشيد : ويطلق عليه كذلك النموذج المثالي، ويركز على ماذا يجب فعله المدير يستند إلى النظرية الاقتصادية التي تنظر إلى المدير على انه كامل الرشد ويسعى إلى تحقيق أقصى الأرباح ويفترض أن المدير يملك الخصائص التالية :

– المعرفة الكاملة بكل البدائل الموجودة؛

– لديه معرفة كاملة بنتائج كل بديل ؛

– لديه المقدرة اللازمة لتقييم نتائج كل بديل بموضوعية؛

– لديه نسق أو منظومه مرتبة وثابتة من الأفضليات (القيم والمعايير)؛

ب– النموذج السلوكي : يرى العديد من الكتاب أن الافتراضات التي بني عليها النموذج الرشيد نادرا ما تتحقق و تتوافر جميعها و ذلك لأن :

* متخذ القرار ليس لديه معلومات كاملة أو دقيقة ؛

* لا يحوز متخذ القرار معلومات عن كل البدائل المتاحة و ليس لديه فهما كاملا عن طبيعة البدائل و ما سوف يختاره منها ؛

* لدى متخذ القرار حدود رشيدة لاتخاذ القرار تعتمد على مجموعة من القيم و الخبرات و العادات...الخ ؛

* سوف يختار متخذ القرار ذلك البديل الذي يحقق أعلى درجة رضا أو منفعة حيث يعتقد **هربرت سيمون أن** : " الإداري يكتفي بالقرار المرضي، بدلا من السعي للوصول إلى الاختيار الأمثل " و يضيف الكاتب **لوتانز (luthans)** إلى النموذجين السابقين نموذج ثالث و هو : [١٨] النموذج الاستقرائي الاجتهادي و يطلق عليه كذلك النموذج الحدسي، حيث يعتمد متخذ القرار على تقدير الفرد و حدسه و حكمه بالاستناد إلى التجربة العلمية و ليس المعرفة العلمية، و على المحاولة أو الخطأ و لكن هذا المنهج بدوره يؤدي في توفر ظروف معينة إلى أخطاء و نتائج متحيزة بصورة منظمة.

٥) ***أساليب المنهج الكمي في اتخاذ القرارات*** : لقد ذهب البعض من المتخصصين بالعلوم الإدارية ة بالتحديد بأساليب المنهج الكمي لإدارة الأعمال إلى التركيز على الأساليب الكمية أكثر من بقية المسميات الأخرى، بعبارة أخرى ذهبوا إلى اعتبار أن المنهج الكمي لإدارة الأعمال قائم على قاعدة أساسية واحدة و هي الأساليب الكمية **و ذلك للأسباب التالية:**

* هو علم يعتمد الامثلية في النتائج و الحلول.

* معالجة المشاكل التي تتصف بمحدودية الموارد و نعدد البدائل.

* يدخل في معالجة مشاكل كثيرة في الواقع العملي لمنظمات الأعمال إضافة أنه ترفع أصلا من العلوم العسكرية.

و هناك العديد من الأساليب المستخدمة في الأساليب الكمية كل حسب المسألة أو الإشكالية المراد حلها

فمنها :

أسلوب البرمجة الخطية والبرمجة بأعداد صحيحة.

أسلوب نماذج النقل.

- أسلوب شبكات الأعمال.

أسلوب السيطرة على المخزون.

أسلوب تحليل ماركوف.

أسلوب خطوط الانتظار.

والشكل التالي يوضح أكثر أساليب الأساليب الكمية كل حسب استخداماته في منظمة الأعمال.

الشكل رقم (٤) : تركيبة المصفوفة لاستخدام أساليب الأساليب الكمية في وظائف المنشاة ضمن منظمة الأعمال.

منظمة الأعمال

الوضائف / الاساليب	الإنتاج وإدارة العمليات	النقل والتسويق	التخزين	إدارة الموارد البشرية	الإدارة المالية
البرمجة الخطية	تخطيط الإنتاج			الاستغلال الأمثل للموارد البشرية	توزيع الموارد الحالية بشكل امثل
نماذج النقل	تداول بين خطوط الإنتاج	تسويق المصانع	نقل المشتريات من المخزن		
شبكات الأعمال	تنفيذ المشاريع	تدفق الموارد والسلع			
تحليل القرار	طرح منتج حديث		تحديد مصدر الشراء الأفضل		تحديد أفضل الفوائد المستثمرة
السيطرةعلى المخزون			تحديد حجم الدفعة الاقتصاد ية		

المصدر : مؤيد عبد الحسين الفضل مرجع سبق ذكره ص ٥١

دراسة حالة:

في الواقع العملي يعتمد وبشكل واسع على التقنيات المختلفة للأساليب الكمية والتي تستخدم في حل المسائل الاقتصادية من أهم هذه التقنيات نجد البرمجة الخطية، حيث تطبق هذه الأخيرة من أجل تحقيق هدف رئيسي من أهداف أي مؤسسة اقتصادية ألا وهو تعظيم الأرباح وذلك في ظل قيود معينة، ونأخذ المثال التطبيقي التالي من أجل معرفة طريقة استخدام البرمجة الخطية للوصول إلى الحل الأمثل لأي مشكلة أو مسألة اقتصادية وبالتالي اتخاذ القرار المناسب:

مثال:

مؤسسة صناعية تقوم بإنتاج نوعين من المنتجات p_1,p_2،وتمر عملية الإنتاج بثلاث مراحل عبر ثلاث ورشات A_1,A_2,A_3،حيث يتطلب إنتاج الوحدة من المنتج P_1 استغلال٢ ساعة عمل في الورشة A_1،١ساعة في الورشةA_2 ،و٥ ساعات في الورشةA_3 .أما إنتاج وحدة من المنتج p_2 فيتطلب ساعة عمل في الورشةA_1 ،ساعة في الورشةA_2 ،و٣ ساعات في الورشةA_3 .

يحقق إنتاج النوع p_1 ربحا وحدويا قدره ٧دج، أما النوع الثاني p_2فيحقق أيضا ربحا وحدويا قدره٤دج.

الآلات المستخدمة في الورشة$A1$ تشتغل بطاقة قصوى تقدر ب١٤٠ ساعة،أما الطاقة المتاحة للآلات في الورشة$A2$ هي ١٠٤ ساعة.أما الورشة $A3$ فتستعمل آلات بطاقة قصوى تساوي ٣٦٠ساعة.والمطلوب هو كتابة المسألة الاقتصادية على شكل رياضي(البرنامج الخطي) من أجل تعظيم الأرباح؟.

الحل:

ايجاد البرنامج الخطي من أجل تعظيم الأرباح:

يمكن تلخيص المعطيات السابقة في الجدول التالي:

الورشات / المنتج	A_1	A_1	A_1	الربح
p_1	٢	١	٥	٧
P_2	١	١	٣	٤
المخزون	١٤٠	١٠٤	٣٦٠	_

لأجل ذلك نقوم بالخطوات التالية:

أولا: التعريف بالمتغيرات: كما يلي

x_1 الكمية المنتجة من p_1.

x_2 الكمية المنتجة من p_2.

ثانيا: كتابة دالة الهدف بالشكل التالي:

$$MaxZ = 7x_1 + 4x_2.$$

ثالثا: كتابة القيود.كالآتي:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 140 & \text{قيد}A_1 \\ x_1 + x_2 \leq 104 & \text{قيد}A_2 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 360 & \text{قيد}A_3 \end{cases}$$

كتابة البرنامج الخطي :

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 140. \\ x_1 + x_2 \leq 104. \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 360. \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$$

$$Max\ (Z = 7x_1 + 4x_2).$$

*إيجاد الحل الأمثل للإنتاج والربح الأعظمي باستعمال الطريقة الجبرية:

المرور من المتراجحات إلى المعادلات بإضافة المتغيرات المكملة:

$$2x_1 + x_2 + x_3 = 140.$$
$$x_1 + x_2 + x_4 = 104.$$
$$5x_1 + 3x_2 + x_5 = 360.$$
$$Max(Z = 7x_1 + 4x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5).$$

(x_3,x_4,x_5) متغيرات الأساس.

(x_1,x_2) متغيرات خارج الأساس.

-إيجاد الحل الأساسي الأول:$(x_1=x_2=0)$.

- كتابة متغيرات الأساس بدلالة متغيرات خارج الأساس كالتالي:

$$x_3 = 140 - 2x_1 - x_2.$$
$$x_4 = 104 - x_1 - x_2.$$
$$x_5 = 360 - 5x_1 - 3x_2.$$
$$Max(Z = 7x_1 + 4x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5).$$

بتعويض قيمة $(x_1=x_2=0)$.نجد:

$$x_3 = 140.$$
$$x_4 = 104.$$
$$x_5 = 360.$$
$$MaxZ = 0.$$

وجود معاملات موجبة في دالة الهدف يعني أن الحل ليس أمثلا.

ايجاد الحل الأساسي الثاني: المتغيرة التي تدخل الأساس هي التي ترافق أكبر معامل موجب في دالة الهدف الأصلية.وهي x_1.

x_1 تدخل الأساس ونجعل باقي المتغيرات تساوي ٠ .فنجد:

$$x_1 = 70.$$
$$x_1 = 104.$$
$$x_1 = 72.$$

المتغيرة التي تخرج من الأساس هي التي ترافق أقل قيمة لx_1 أي x_3 تخرج من الأساس.ومنه يصبح الأساس كالتالي:

(x_1,x_4,x_5) متغيرات الأساس.

(x_3,x_2) متغيرات خارج الأساس.$(x_3=x_2=0)$.

- كتابة متغيرات الأساس بدلالة متغيرات خارج الأساس كالتالي:

$$x_1 = 70 - \frac{1}{2}x_2 - \frac{1}{2}x_3.$$
$$x_4 = 34 - \frac{1}{2}x_2 - \frac{1}{2}x_3.$$
$$x_5 = 10 - \frac{1}{2}x_2 - \frac{5}{2}x_3.$$
$$Max\left(Z = 7\left(70 - \frac{1}{2}x_2 - \frac{1}{2}x_3\right) + 4x_2\right)$$
$$Max\left(Z = 490 + \frac{1}{2}x_2 - \frac{7}{2}x_3\right).$$

وجود معاملات موجبة في دالة الهدف يعني أن الحل الأساسي الثاني ليس أمثلا.

إيجاد الحل الأساسي الثالث: المتغيرة التي تدخل الأساس هي.x_2

x_2 تدخل الأساس ونجعل باقي المتغيرات تساوي٠.أي:

$$x_2 = 140.$$
$$x_2 = 68.$$
$$x_2 = 20.$$

المتغيرة التي تخرج من الأساس هي x_5 ومنه يصبح الأساس كالتالي:

(x_1,x_4,x_2) متغيرات الأساس.

(x_3,x_5) متغيرات خارج الأساس.

- كتابة متغيرات الأساس بدلالة متغيرات خارج الأساس كالتالي:

$$x_2 = 20 + 5x_3 - 2x_5.$$
$$x_1 = 60 - 3x_3 + x_5.$$
$$x_4 = 24 - 2x_3 + x_5.$$
$$Max\left(Z = 490 + \frac{1}{2}(20 + 5x_3 - 2x_5) - \frac{7}{2}x_3 \right).$$
$$Max(Z = 500 - x_3 - x_5).$$

ومنه الحل الأساسي الثالث هو الحل أمثل كالتالي:

$$x_1 = 60, x_2 = 20.$$
$$x_3 = 0, x_4 = 24.$$
$$x_5 = 0$$
$$Max(Z = 500).$$

التفسير الاقتصادي:

يكون قرار المؤسسة بإنتاج ٦٠وحدة من المنتج p_1 و٢٠ وحدة من المنتج p_2 وذلك باستخدام كافة المخزون من الطاقة القصوى للآلات في الورشةA_1 والورشة A_3 (لا توجد طاقة عاطلة)، مع بقاء جزء من الطاقة في الورشةA_2 يقدر ب ٢٤ ساعة عمل غير مستغل (يتم استغلال فقط ٨٠ ساعة عمل).وتحقق المؤسسة بذلك ربحا أعظميا قدره T=500وحدة نقدية.

لو أن المؤسسة ترغب في تحديد المجال الذي يمكن أن تغير فيه أرباح المنتج p_1 مع المحافظة على نفس الوضعية (تعظيم الأرباح Max z=500).

يمكننا أن نعرف ذلك من خلال ما يلي:

نفرض أن $c_1^* = 7 + D$ و هو معامل x_1 فتصبح دالة الهدف كم يلي:

$$Maxz = 500 + 60D - (1 + 3D)X_3 - (1 + D)X_5.$$

ولكي يبقى الحل أمثل يجب أن يتحقق ما يلي: (لأننا في حالة تعظيم).

$$\begin{cases} -1 - 3D \le 0 \\ -1 - D \le 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -1 \le 3D \\ -1 \le D \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D \ge \frac{1}{3} \\ D \ge -1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{3} \ge D \Rightarrow -\frac{1}{3} \le D \le +\infty$$

$$7 - 1/3 \le D + 7 \le +\infty + 7 \Rightarrow \frac{20}{3} \le C_1^* \le +\infty.$$

التفسير: يمكن للمؤسسة أن تغير الربح الوحدوي للمنتج بما لا يقل عن ٦,٦٦ ون لكل وحدة.

أما بالنسبة للمجال الممكن أن تغير فيه الوقت المتاح في إحدى الو رشات أو كلها على سبيل المثال: الورشة ١ فيكون كما يلي:

يجب أن يتحقق $B^{-1} b_i \ge 0$

B^{-1} مصفوفة موجودة في الحل الأمثل مكان مصفوفة الأساس في الحل الأساسي الأول حيث أن X_4: متغير هامشي ليس له تأثير في دالة الهدف.

$$B^{-1} = \begin{bmatrix} -5 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$$

b_1:الكمية المتاحة في الورشة الأولى (نفرضها مجهولة)

$$B^{-1} b_i = \begin{bmatrix} -5 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b1 \\ 104 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -5b_1 & +208 \\ 3b_1 & -104 \end{bmatrix}$$

حتى يبقى الحل أمثل يجب أن يتحقق ما يلي:

$$\begin{cases} -5b_1 + 205 \ge 0 \\ 3b_1 - 104 \ge 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5b_1 \le 208 \\ 3b_1 \ge 104 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b_1 \le 41.6 \\ b_1 \ge 34.67 \end{cases}$$

$$34.67 \le b_1 \le 41.6.$$

التفسير: يمكن للمؤسسة أن تغير الطاقة المستخدمة من المورد الأول بين ٣٤,٦٧ ساعة و٤١,٦ ساعة، دون أن يتأثر الحل الأمثل.

الفصل الثالث

البرمجة الخطية

يمكن حل مشكلة البرمجة الخطية بثلاث طرق كالآتي:

طريقة الحل البياني The Graphic Solution Method

طريقة الحل الجبري The Algebraic Solution Method

الطريقة المبسطة The Simplex Method

وتعتبر طريقة الحل البياني والطريقة المبسطة الأكثر شيوعاً واستخداماً سواء في مجال الكتب الأكاديمية أو التطبيقات العملية، لذلك سيقتصر العرض على هاتين الطريقتين.

٢-٣-١ طريقة الحل البياني:

عندما تكون مشكلة البرمجة الخطية متضمنة لمتغيرين فقط يبحث متخذ القرار عن قيمتهما فإن طريقة الحل البياني هي المفضلة في إيجاد الحل. ويمكن تلخيص مضمون هذه الطريقة بالخطوات التالية:

تمثيل كل متغير بأحد الإحداثيات (الأفقي أو العمودي) والمعروفة في قواعد الرسم البياني.

تمثيل كل قيد بخط مستقيم بعد تحويله من متباينة إلى معادلة وذلك بإيجاد نقطتين لكل قيد، بحيث أن نقطة تمثل المتغير الأول والثانية للمتغير الثاني.

عند رسم كل قيد تحدد الحلول الممكنة للمشكلة وذلك حسب طبيعة قيود المشكلة والتي تأخذ ثلاث حالات:

أ. قيد بإشارة (≤) أقل أو يساوي، تكون مساحة الحل الممكن على الخط المستقيم وأسفل الخط.

ب. قيد بإشارة (≥) أكبر أو يساوي، تكون مساحة الحل الممكن على الخط المستقيم وفوق الخط.

ج. قيد بإشارة (=) يساوي تكون مساحة الحل الممكن واقعة على المستقيم نفسه.

بعد رسم جميع قيود المشكلة ستحدد مساحة منطقة الحلول الممكنة (Feasible Solution Aria) وهذه المنطقة التي تظهر من تقاطع الخطوط المستقيمة الممثلة للقيود، تمثل مساحة مشتركة تستجيب لشروط جميع قيود المشكلة.

يحدد الحل الأمثل بعد اختبار النقاط الركنية لمنطقة الحلول الممكنة في معادلة دالة الهدف، وتكون نقطة الحل الأمثل هي الأعلى قيمة، إذا كانت دالة الهدف بإشارة (Max تعظيم) والأقل قيمة إذا كانت دالة الهدف بإشارة (Min تقليل).

مثال ٢-١:

تم بناء مصنع لإنتاج نوعين من الملابس، (رجال، ولادي) وكانت الموارد المتاحة (٣٠٠٠) متر من القماش و(٤٢٠٠) ساعة عمل شهرياً. تحتاج كل قطعة ملابس رجالية إلى (٣) متر قماش و(٤) ساعات عمل، بينما تحتاج كل قطعة ملابس ولادي إلى (١) متر قماش و(٣) ساعات عمل، وكان الربح المتوقع عند بيع القطعة الرجالية (١٥) دينار، والربح المتوقع من بيع القطعة الولادي (٧) دينار.

المطلوب: تحديد عدد القطع الواجب إنتاجها من كل نوع لتحقيق أعلى ربح ممكن.

الحل:

لإيجاد المطلوب نتبع الخطوات التالية:

أولاً: بناء نموذج رياضي للمشكلة، حيث نفترض أن

كمية الإنتاج من البدلات الرجالية = X_1

كمية الإنتاج من بدلات الولادي = X_2

والنموذج الرياضي سيكون كالآتي:

١- دالة الهدف $\text{Max } Z = 15X_1 + 7X_2$ ----

قيد القماش $3X_1 + X_2 \leq 3000$

قيد ساعات العمل $4X_1 + 3X_2 \leq 4200$

٢- القيود

٣- قيد عدم السلبية $X_1 , X_2 \geq 0$

ثانياً: يمثل المتغير (X_1) بالمحور الأفقي والمتغير (X_2) بالمحور العمودي، وإيجاد النقاط الممثلة لكل قيد من القيود المشكلة ويتم الربط بينهما بخط مستقيم، ويتم ذلك من خلال إيجاد نقطتين لكل

قيد يتم تعيين أحدهما على المحور الأفقي والأخرى على المحور العمودي ويكون الخط المستقيم الوصل بينها ممثلاً للقيد ومحققاً له.

وبتطبيق ذلك على المثال الحالي يتم هذا الأمر على النحو التالي:

أ. نقاط القيد الأول: $3X_1 + X_2 \leq 3000$

نحول المتباينة إلى حالة مساواة:

$$3X_1 + X_2 = 3000$$

نفترض أن $X_1 = 0$ ونعوض في معادلة القيد فتكون قيمة $X_2 = 3000$ وهذه هي النقطة الأولى (0,3000) وبنفس الأسلوب تستخرج النقطة الثانية بافتراض أن $X_2 = 0$ فتكون قيمة $X_1 = 1000$ فتكون النقطة الثانية (1000,0).

ب. نقاط القيد الثاني: ويتم استخراجها بنفس الإجراءات التي طبقت على القيد الأول فتكون نقاط القيد الثاني كالآتي:

النقطة الأولى: (0,1400).

النقطة الثانية: (1050,0).

ج. نقوم برسم المحور الأفقي ممثلاً للمتغير (X_1)، والمحور العمودي للمتغير (X_2) كما في الشكل (٢-١).

شكل (٢-١)

نقوم بتمثيل نقاط القيد الأول في الرسم البياني ونصل بينهما بخط مستقيم يمثل معادلة القيد ونؤشر له برقم (١) داخل دائرة لتمييزه من القيود الأخرى، وبما أن إشارة القيد (≤) فإن منطقة الحلول الممكنة لهذا القيد تنحصر بين الخط المستقيم نزولاً إلى نقطة الأصل.

بنفس الأسلوب تمثل نقاط لقيد الثاني ونصل بينهما بخط مستقيم وتكون منطقة الحلول الممكنة لهذا القيد من المستقيم نزولاً إلى نقطة الأصل.

نحدد منطقة الحلول الممكنة لكلا القيدين والتي تمثل نقاطها حلولاً ممكنة للنموذج تتوافق مع متطلبات القيدين معاً، وتتمثل في الرسم بالمنطقة المظللة أسفل نقاط تقاطع القيدين.

تحتوي هذه المنطقة نقاط كثيرة يصعب اختبارها جميعاً لإيجاد الحل الأمثل، لذلك نقوم باختيار النقاط الركنية لهذه المنطقة لتحديد نقطة الحل الأمثل. ونحدد إحداثيات هذه النقاط كما يلي:

$A = (0,0)$

(1000,0) = B

(960,120) = C

(0,1400) = D

نختبر النقاط أعلاه في دالة الهدف لتحديد نقطة الحل الأمثل كالآتي:

$Max\ Z = 10\ X_1 + 7\ X_2$

$Z = 10(0) + 7(0) = 0$ = A

$Z = 10(1000)\ 7\ (0) = 10000$ = B

$Z = 10\ (960) + 7(120) = 10440$ = C

$Z = 10(0) + 7(1400) = 9800$ = D

من خلال النتائج أعلاه يتضح أن نقطة الحل الأمثل تتمثل بنقطة (C)

(960,120) أي أن عدد القطع الواجب إنتاجها ستكون كالتالي:

بدلة رجالية: ٩٦٠ بدلة

بدلة ولادية: ١٢٠ بدلة

الأرباح المتوقعة: ١٠٤٤٠

٢-٣-١-١ طريقة الحل البياني لمشكلة التقليل:

لتوضيح الفروقات بين استخدم طريقة الحل البياني في حل مشكلة التعظيم ومشكلة التقليل، نأخذ المثال الآتي:

شكل (٢-٢)

كما نلاحظ في النموذج أعلاه فإن الهدف من حل النموذج البحث عن نقطة الحل التي تحقق أقل لدالة الهدف، وإن إشارة القيود أكبر من أو تساوي (≥) وسنلاحظ أثر هذين العاملين في خصائص الحل باستخدام الطريقة البيانية.

إن خطوات الحل يمكن إيضاحها كالآتي:

١- إيجاد النقاط الممثلة لكل قيد بنفس القواعد التي تم شرحها في الفقرة ٢-٣-١.

نقاط القيد الأول: $X_1 + 3X_2 = 6$

النقطة الأولى: (0, 2)

النقطة الثانية: (6, 0)

نقاط القيد الثاني: $X_1 + X_2 = 4$

النقطة الأولى: (0, 4)

النقطة الثانية: (4, 0)

٢- نقوم برسم المحور الأفقي ممثلاً للمتغير (X_1) والمحور العمودي للمتغير (X_2) كما في الشكل (٢-٢).

٣- نمثل نقاط القيد الأول في الرسم البياني ونصل بينها بخط مستقيم ليمثل معادلة القيد الأول، وبما أنّ إشارة القيد أكبر من أو يساوي (≥) فإن منطقة الحلول الممكنة لهذا القيد تنحصر بين الخط المستقيم صعوداً إلى الأعلى.

وبنفس الأسلوب نرسم الخط المستقيم للقيد الثاني وتكون منطقة الحلول الممكنة لهذا القيد من الخط المستقيم صعوداً إلى الأعلى.

تحدد منطقة الحلول الممكنة لكلا القيدين والتي تمثل نقاطها حلول ممكنة للنموذج تحقق شروط القيدين معاً، ويمثل هذه المنطقة بالنقطة المظللة فوق نقاط القيدين كما موضحة في الشكل (٢-٢).

كما نلاحظ من الرسم، تحتوي هذه المنطقة نقاط كثيرة يصعب اختبارها جميعاً لتحديد نقطة الحل الأمثل، وبما أن دالة الهدف بإشارة تقليل (Min) فإننا نختار النقاط الركنية التي تقع عند الحدود السفلى لمنطقة الحلول الممكنة، وهذه النقاط تمثل بما يلي:

(6, 0) = A

(3, 1) = B

(0, 4) = C

وتختبر هذه النقاط في دالة الهدف لتحديد نقطة الحل الأمثل كما يلي:

$\text{Min } Z = 3X_1 + 4X_2$

$Z = 3(6) + 4(0) = 18 \qquad = A$

$Z = 3(3) + 4(1) = 13 \qquad = B$

$Z = 3(0) + 4(4) = 16 \qquad = C$

في ضوء النتائج أعلاه يتضح أن نقطة الحل الأمثل تتمثل بالنقطة (B)، (1 ,3) لأنها تحقق أقل قيمة لدالة الهدف وهي (13).

٢-٣-٢ الطريقة المبسطة: Simplex Method

تعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق المستخدمة في حل مشاكل البرمجة الخطية، وذلك لأنها ستمكن متخذ القرار من حل المشاكل المعقدة التي تحتوي على أكثر من متغيرين، حيث أن طريقة الحل البياني لا يمكن أن تساهم إلا في حل المشاكل ذات المتغيرين، كما أن هذه الطريقة تتميز بالدقة العالية، وأن كفاءة استخدامها أصبحت عالية بفضل استخدام البرامجيات الجاهزة، حيث أصبحت هذه البرامجيات عاملاً مهماً في اتساع استخدام البرمجة الخطية ونماذج بحوث العمليات الأخرى.

تتميز الطريقة المبسطة بأنها تتضمن مجموعة من المراحل التي خلالها يتحسن الحل الأول والذي يسمى الحل ابتدائي وصولاً إلى الحل الأمثل، ويمكن عرض هذه المراحل كما يلي:

المرحلة الأولى: تكوين النموذج القياسي.تتمثل هذه المرحلة بتحويل النموذج الأولي لمشكلة البرمجة الخطية (Primal Model) إلى النموذج القياسي (Standard Model)، وتتلخص هذه الخطوة بما يلي:

١- تحويل التباينات في النموذج الأولي إلى معادلات كالآتي:

أ. إذا كانت إشارة القيد (≤) أقل أو يساوي يتم إضافة متغير مكمل إلى الجانب الأيسر للقيد، ويسمى المتغير الخامل (Slack Variable) ونرمز له بـ (Si) ويظهر هذا المتغير بمعامل (0) في دالة الهدف.

ب. إذا كانت إشارة القيد (≥) أكبر أو يساوي فيتم طرح متغير فائض (Surplus Variable) من الجانب الأيسر للقيد ونرمز له بـ (///Si) ثم نضيف متغير اصطناعي (Artificial Variable) ونرمز له بـ (a). ونضيف المتغير الفائض إلى دالة الهدف بمعمل (0). أمّا المتغير الاصطناعي فيظهر بإشارة موجبة وبمعامل (M) والتي ترمز إلى معامل رقمي كبير وذلك في حالة كون دالة الهدف بإشارة (Min) تقليل. أمّا إذا كانت دالة الهدف (Max) فنضيف المتغير المتغير// الفائض بمعامل (0) والمتغير الاصطناعي بإشارة سالبة وبمعامل (M).

جـ. إذا كانت إشارة القيد (=) مساواة فيتم إضافة متغير اصطناعي للقيد ويضاف إلى دالة الهدف بإشارة موجبة وبمعامل (M) إذا كانت الدالة (تقليل) (Min) وبإشارة سالبة وبمعامل (M) إذا كانت الدالة تعظيم (Max). ويمكن توضيح القواعد السابقة كما في الجدول (٢-١).

جدول (٢-١) قواعد تحويل المتباينات إلى معادلات

نوع القيد	الإجراء	دالة الهدف Max	دالة الهدف Min
≤	+S	OS	OS
≥	-S +a	OS-Ma	OS+Ma
=	+a	-Ma	+Ma

المرحلة الثانية: تكوين جدول الحل الابتدائي للحصول على حل أولي ممكن والذي يناظر الحل الأولي عند نقطة الأصل في طرية الحل البياني، وتنظم بيانات النموذج القياسي في جدول الحل الابتدائي كما مبين في الجدول (٢-٢).

المرحلة الثالثة: التحقق من أمثلية الحل في المرحلة السابقة وذلك من خلال قيم الصف (Cj-Zj) والذي يسمى صف تقييم الحل، والذي يعبر عن مساهمة كل متغير من متغيرات دالة الهدف عند إضافة وحدة واحدة. ويتم التقييم كالآتي:

أ. إذا كانت دالة الهدف تعظيم (Max) فإن الحل الأمثل يتحقق عندما تكون قيم (Cj-Zj) تساوي أو أقل من صفر، أي (0≤Cj-Zj).

ب. إذا كانت دالة الهدف تقليل (Min) فإن الحل الأفضل يتحقق عندما تكون قيم (Cj-Zj) تساوي أو أكبر من صفر، أي (0≥Cj-Zj).

فإذا تحقق شرط الأمثلية يتم التوقف عند هذه المرحلة ويكون الحل المتحقق الحل الأمثل، وإذا لم يتحقق ننتقل إلى المرحلة الرابعة.

المرحلة الرابعة: تحديد المتغير الداخل (Entering Variable) والمتغير الخارج (Leaving Variable):

يتم تحديد المتغير الداخل على أساس قيم صف تقييم الحل (Cj-Zj) فإذا كانت دالة الهدف تعظيم (Max) نختار (أعلى قيمة موجبة) ويكون المتغير المرتبط بها المتغير الداخل، ويسمى العمود الذي يقع فيه بالعمـود المحـوري (Pivot Column).

أمّا إذا كانت دالة الهدف تقليل (Min) نختار أعلى قيمة (بإشارة سالبة) في صف (Cj-Zj) ويكون المتغير المرتبط بها المتغير الداخل.

جدول (٢-٢) الحل الابتدائي

متغيرات دالة الهدف		X_1	X_2	… X_n	S_1	S_2	… S_m	bi
المتغيرات الأساسيةC	معاملات متغيرات دالة الهدف Cj	C_1	C_2	C_n	0	0	0	
S_1	0	a_{11}	a_{12}	a_{14}	0	1	0	b_1
S_2	0	a_{21}	a_{22}	a_{24}	0	1	0	b_2
: : :								
S_m	0	a_{n1}	a_{n2}	a_{mn}	0	0	1	b_m
Zj		0	0	0	0	0	0	0
Cj-Zj		C_1	C_2	C_3	0	0	0	

قيمة دالة الهدف

أمّا المتغير الخارج فيتحدد بقسمة قيم العمود (bi) على القيم المناظرة لها في العمود المحوري، ويكون المتغير الخارج الذي يقابل أقل حاصل قسمة موجبة، ويسمى الصف الذي يقع فيه المتغير الخارج بالصف المحوري (Pivot Row) ويسمى العنصر الذي يتقاطع عنده العمود المحوري مع الصف المحوري بالعنصر المحوري (Pivot Element).

المرحلة الخامسة: تكوين جدول جديد، يتم تكوين الجدول الجديد بإجراء بعض الحسابات على مصفوفة المعاملات في جدول الحل الأولي، حيث يرتبط الجدول الجديد بهذا الجدول باعتباره مرحلة لاحقة له. وتتلخص هذه الحسابات بما يلي:

قسمة عناصر الصف المحوري على العنصر المحوري والذي نرمز له بـ (2_{pq}) حيث تمثل p : رقم الصف المحوري في مصفوفة المعاملات

q : رقم العمود المحوري في مصفوفة المعاملات

ويسمى الصف الناتج بصف العمل (Working Row).

حساب قيم عناصر الصفوف الأخرى بموجب القاعدة التالية:

القيمة الجديدة = القيمة الحالية− (((العنصر المقابل لها في الصف المحوري)×(العنصر المقابل لها في العمود المحوري) / العنصر المحوري (a_{pq}))

وبعد اكتمال عملية الحساب يتم تقييم أمثلية الحل كما في المرحلة الثالثة. ويمكن توضيح مراحل الحل كما في المخطط الانسيابي شكل (٢−٣).

ويمكن توضيح هذه المراحل كما في المثال الآتي:

شركة إلكترونية تقوم بتجميع نوعين من أجهزة الحاسوب، الربح المتوقع للنوع الأول (٥٠) دينار والنوع الثاني (٤٠) دينار، الطاقة الإنتاجية المتاحة للتجميع (١٤٠) ساعة أسبوعياً، ويحتاج النوع الأول إلى (٣) ساعات والنوع الثاني إلى (٥) ساعات للتجميع.

وكانت الطاقة الخزنية (٣٠٠) قدم مربع، ويحتاج النوع الأول إلى (٨) قدم مربع والثاني إلى (٥) قدم مربع. كما أن إدارة الخزين أوضحت بأنها تملك للنوع الثاني من الحاسوب مكونات لتجميع (٢٠) جهاز فقط.

المطلوب:

تحديد عدد الأجهزة الواجب تجميعها من كلا النوعين لتحقيق أعلى أرباح ممكنة.

الحل:

نفرض أن X_1 = عدد الوحدات من النوع الأول

X_2 = عدد الوحدات من النوع الثاني

النموذج الرياضي الذي يمثل المشكلة أعلاه كما يلي:

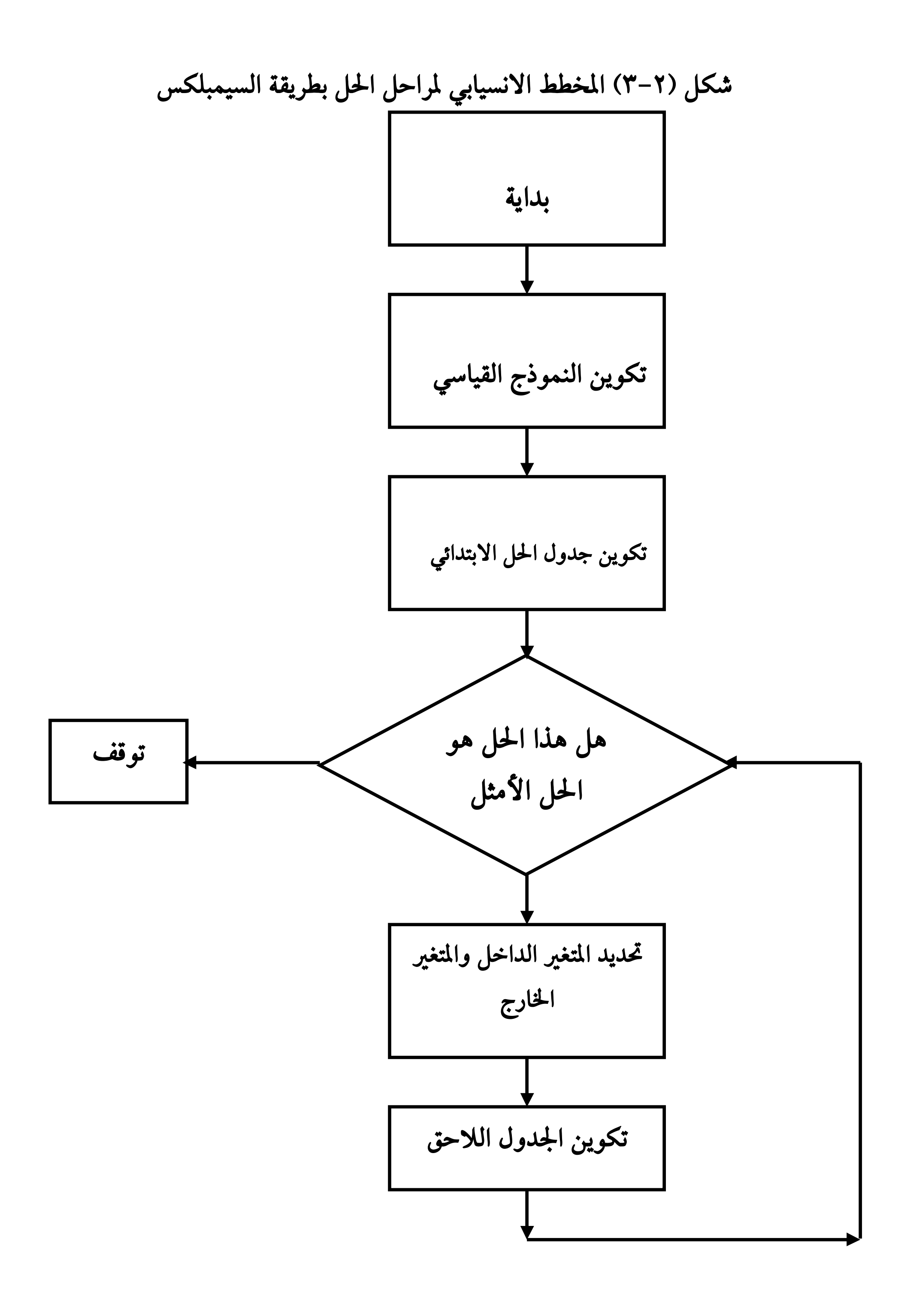
Max $50\ X_1 + 40\ X_2$

s. t

$3X_1 = X_2 \leq 150$ ⟵ قيد الطاقة

$X_2 \leq 20$ ⟵ قيد مكونات النوع الثاني

$8X1 + 5\ X2 \leq 300$ ⟵ قيد طاقة التخزين



شكل (٢-٣) المخطط الانسيابي لمراحل الحل بطريقة السيمبلكس

نقوم بتكوين النموذج القياسي كما مبين أدناه:

$$Max\ 50X_1 + 40X_2 + OS_1 + OS_2 + OS_3$$
s.t
$$3X_1 + 5X_2 + S_1 = 150$$
$$X_2 + S_2 = 20$$
$$8X_1 + 5X_2 + S_3 = 300$$
$$X_1, X_2, S_1, S_2, S_3 \geq 0$$

/// جدول الحل الابتدائي باستخدام معطيات النموذج القياسي كما موضح في الجدول (٢-٣).

من الجدول نلاحظ ما يلي:

إن الحل الأساسي في الجدول يتمثل بوجود المتغيرات الخاملة في الحل، أي أن قيمة دالة الهدف = 0 وإن $S_1 = 120$، $S_2 = 20$، $S_3 = 300$، وهذا يعني عدم استغلال الطاقات الإنتاجية المتاحة بالكامل.

تم استخراج قيم Zj كالآتي:

$$Z_1 = 0(3) + 0(0) + 0(8) = 0$$
$$Z_2 = 0(5) + 0(0) + 0(5) = 0$$
$$Z_3 = 0(1) + 0(0) + 0(0) = 0$$
$$Z_4 = 0(0) + 0(0) + 0(1) = 0$$
$$Z_5 = 0(0) + 0(0) + 0(1) = 0$$
$Z_6 = 0(15) + 0(20) + 0(300) = 0$ قيمة دالة الهدف

تم استخراج قيم $Cj - Zj$ بطرح معامل كل متغير في صف Cj من القيمة المناظرة لها في صف Zj، فمثلاً معامل $X_1 = 50$ والذي يمثل C_1 و$Z_1 = 0$، إذن:

$$C1 = Z1 \Rightarrow 50 - 0 = 50$$

وهكذا لبقية القيم.

قيمة دالة الهدف تمثل بقيمة (0) التي تقع تحت عمود (bi) وفي نهاية صف Zj.

جدول (٢-٣) الحل الابتدائي

الحل الأساسي	Cj	العمود المحوري X_1 50	X_2 40	S_1 0	S_2 0	S_3 0	b_i
S_1	0	3	5	1	0	0	150
S_2	0	0	1	0	1	0	20
S_3	0	8	5	0	0	1	300
Zj		0	0	0	0	0	0
Cj-Zj		50	40	0	0	0	

$\frac{1501}{3}=50$

$\frac{20}{0}=$

$\frac{300}{8}=37.5$

الصف المحوري

العنصر المحوري

من خلال تقييم قيم صف (Cj-Zj) نلاحظ وجود قيم موجبة وهذا يعني عدم تحق الحل الأمثل، لذلك نبحث عن حل أفضل من خلال تحديد المتغير الداخل والمتغير الخارج. نبحث عن أعلى قيمة موجبة في صف (Cj-Zj) لأنها تعطي أعلى مساهمة لدالة الهدف وفي المثال الحالي تتمثل بـ (50) والتي تقع تحت المتغير (X_1) وبالتالي فإن (X_1) هو المتغير الداخل وعموده هو العمود المحوري، أي أنّ العمود الأول هو العمود المحوري. نقوم بقسمة يم عمود bi على قيم العمود المحوري كما يلي:

$$37.5=\frac{300}{8} \quad , \quad 50=\frac{15}{3}$$

ونختار أقل حاصل قسمة موجبة وهي 37.5 وبذلك فإن (S_3) هو المتغير الخارج وإن الصف الثالث هو الصف المحوري وإن العنصر (a_{31}) ويساوي (8) هو العنصر المحوري والذي عنده يتقاطع العمود المحوري مع الصف المحوري، وكما مؤشر في الجدول (2-3).

نقوم بتكوين جدول جديد كما في الجدول (2-4) الذي بموجبه نحصل على الحل الأفضل، وذلك بعد إجراء الحسابات التالية:

١/ تكوين صف العمل وذلك بقسمة الصف المحوري على العنصر المحوري

$$\frac{8}{8}=1 \quad , \quad \frac{5}{8} , \frac{0}{8}= 0 \quad , \frac{0}{8}= 0 \quad , \frac{1}{8} , \frac{300}{8} = \frac{75}{2}$$

٢/ تكوين الصف الأول للجدول الجديد بموجب العلاقة التالية:

$$3-\frac{(8)(3)}{8}=0 \quad , \quad 5-\frac{(3)(5)}{8} = \frac{25}{8} \quad , \quad 1-\frac{(3)(0)}{8} =1 \quad ,$$

(القيمة المقابلة في الصف المحوري) × (القيمة المقابلة لها في العمود المحوري)

القيمة الجديدة

$$0 - \frac{(3)(0)}{8} = 0 \quad , \quad 0 - \frac{(1)(3)}{8} = -\frac{3}{8} \quad , \quad 150 - \frac{(300)(3)}{8} = \frac{75}{2}$$

٣/ تكوين الصف الثاني بنفس الطريقة، ونحصل على:

200 1 0 1 0

جدول (2-4) الحصول على الحل الأفضل

الحل الأساسي	Cj	X_1 50	X_2 40	S_1 0	S_2 0	S_3 0	b_i
S_1	0	3	$\frac{25}{8}$	1	0	$-\frac{3}{8}$	
S_2	0	0		0	1	0	20
X_1	50	1	1 $\frac{5}{8}$	0	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{75}{2}$
Zj		50	0	$\frac{250}{8}$	0	0	$\frac{50}{8}$
Cj-Zj		0	40	$\frac{70}{8}$	0	0	$-\frac{50}{8}$

$$\frac{\frac{75}{2}}{\frac{25}{8}}=12$$

$$\frac{20}{1}=8$$

$$\frac{\frac{75}{2}}{\frac{5}{8}}=60$$

٤/ يتم احتساب صف Zj كما يلي:

$$Z_1 = 0(0) + 0(0) + 50(1) = 50$$

$$Z_2 = 0\left(\frac{25}{8}\right) + 0(1) + 50\left(\frac{5}{8}\right) = \frac{250}{8}$$

$$Z_3 = 0(1) + 0(0) + 50(0) = 0$$

$$Z_4 = 0(0) + 0(1) + 50(0) = 0$$

$$Z_5 = 0\left(\frac{-3}{8}\right) + 0(0) + 50\left(\frac{1}{8}\right) = \frac{50}{8}$$

$$Z_6 = 0\left(\frac{75}{2}\right) + 0(20) + 50\left(\frac{75}{2}\right) = 1875$$

قيمة دالة الهدف

٥/ حساب صف Cj-Zj كما يلي:

$$C_1 - Z_1 = 50 - 50 = 0$$

$$C_2 - Z_2 = 40 - \frac{250}{8} = \frac{70}{8}$$

$$C_3 - Z_3 = 0 - 0 = 0$$

$$C_4 - Z_4 = 0 - 0 = 0$$

$$C_5 - Z_5 = 0 - \frac{50}{8} = \frac{-50}{8}$$

يتم تقييم صف (Cj-Zj) فنلاحظ وجود قيمة موجبة تحت المتغير (X_2) وهذا يعني أن الحل الحالي لا يمثل الحل الأمثل لذلك نقوم بتكرار الخطوات الأربعة التي أجريناها على جدول الحل الابتدائي، حيث يتحدد (X_2) كمتغير داخل لأنه يمتلك أعلى قيمة موجبة في صف (Cj-Zj) ويكون العمود الثاني هو العمود المحوري ثم نقوم بقسمة قيم العمود (bi) على قيم العمود المحوري المناظرة لها فنحصل على:

$$\frac{\frac{75}{2}}{\frac{25}{8}} = 12 \quad , \quad \frac{20}{1} = 20 \quad , \quad \frac{\frac{75}{2}}{\frac{5}{8}} 60$$

وكما نلاحظ فإن أقل حاصل قسمة هو (12) ويقابل المتغير الخامل (S_1) أي أن (S_1) هو المتغير الخارج والصف الأول هو الصف المحوري ثم نقوم باحتساب الصفوف بنفس القواعد التي تم شرحها سابقاً فنحصل على الجدول المبسط (2-5).

الحل الأساسي	Cj	X_1 50	X_2 40	S_1 0	S_2 0	S_3 0	b_i
X_1	40	0	1	$\frac{8}{25}$	0	$-\frac{3}{25}$	12
S_2	0	0	0	$-\frac{8}{25}$	1	$\frac{3}{25}$	8
X_1	50	1	0	$-\frac{5}{25}$	0	$\frac{5}{25}$	30
Zj		50	40	$\frac{14}{5}$	0	$\frac{26}{5}$	1980
Cj-Zj		0	0	$-\frac{14}{5}$	0	$-\frac{26}{5}$	

نقوم بتقييم قيم صف (Cj-Zj) للجدول (2-5) فنجد أن جميع قيم الصف أقل أو تساوي صفر، أي أني الحل في هذا الجدول هو الحل الأمثل. ويتلخص الحل في إنتاج (30) جهز من النوع الأول و(12) جهاز من النوع الثاني وبقاء مكونات (8) أجهزة من النوع الثاني فائضة في المخزن، وإن قيمة الأرباح (1980). كما نلاحظ بأن قيمة (S_1) و(S_3) تساوي صفر، وهذا يعني أن طاقة قسم التجميع والممثلة بالقيد الأول قد استخدمت بالكامل وأن طاقة التخزين والممثلة بالقيد الثالث قد استغلت بالكامل أيضاً.

٢-٣-٢-١ تطبيق الطريقة المبسطة على مشكلة التقليل (Min):

لتوضيح أهم الفروقات في تطبيق الطريقة المبسطة على مشكلة التقليل نأخذ المثال التالي والذي يهدف إلى إيجاد أقل التكاليف عند إنتاج نوعين من المنتجات كما يلي:

النموذج الرياضي:

$$\text{Min } Z = 2X_1 + X_2$$
$$\text{s. t}$$
$$X_1 + 3X_2 \geq 30$$

$4X_1 + sX_2 \geq 40$
$X_1, X_2 \geq 0$

لحل النموذج أعلاه نوم بالخطوات التالية:

١- تكوين النموذج القياسي باستخدام القواعد التي تم توضيحها سابقاً كما يلي:

$$\text{Min } 2X_1 + X_2 + OS_1 + Ma_1 + Ma_2$$
$$\text{s. t}$$
$$X_1 + 3X_2 + S_1 + a_1 = 30$$
$$4X_1 + 2X_2 - S_2 + a_2 = 40$$
$$X_1, X_2, S_1, S_2, S_3, a_1, a_2 \geq 0$$

جدول (2-6) الحل الابتدائي

الحل الأساسي	Cj	X_1 2	X_2 1	S_2 0	a_1 M	a_2 M	b_i
a_1 a_2	M M	1 4	3 2	0 -1	1 0	0 1	30 40
Zj Cj-Zj		5M 2-5M	5M 1-5M	-M M	M 0	M 0	70M

ويلاحظ في النموذج أعلاه ما يلي:

Decision Variable متغيرات القرار: X_1, X_2

Surplus Variable متغيرات فائضة: S_1, S_2

Decision Variable متغيرات اصطناعية: a_1, a_2

مقدار كبير جداً: M

لذلك يسمى أسلوب الحل الذي يعتمد على استخدام (M) الكبيرة بأسلوب (أم الكبيرة) (Big-M)، ويحمل هذا المعامل إشارة موجبة في حالة دالة التقليل وسالبة في حالة التعظيم. وإضافة (أم الكبيرة) تساعد في إخراج المتغيرات الاصطناعية من الحل الأمثل.

تكوين جدول الحل الابتدائي كما في الجدول (2-6) وبنفس القواعد التي تم شرحها في طريقة التعظيم مع وجود فرق أساسي يتمثل في أن متغيرات الحل الأساسي أصبحت المتغيرات الاصطناعية، ويكون المتغير الاصطناعي متغيراً أساسياً في الحل الابتدائي عندما يوجد قيد بإشارة أكبر من أو يساوي ($\geq$) أو قيد بإشارة مساواة (=). ثم نقوم باختبار أمثلية الحل على

أساس أن جميع قيم صف ($Cj\text{-}Z \geq 0$) أي جميعها موجبة أو صفر، ونلاحظ وجود قيم سالبة، أي أن الجدول الحالي لا يمثل الحل الأمثل.

نحدد المتغير الداخل والخارج، في حالة مشكلة التقليل تكون قاعدة المتغير الداخل في البحث عن أعلى قيمة في صف ($Cj\text{-}Zj$) بإشارة سالبة. وفي المثال الحالي ($2\text{-}5M$) وتقع هذه القيمة تحت المتغير (X_1) وبالتالي سيكون (X_1) المتغير الداخل والعمود الأول العمود المحوري، أمّا المتغير الخارج فيتم تحديده بنفس القاعدة التي استخدمت في مشكلة التعظيم. وفي المثال الحالي فإن المتغير الخارج سيكون (a_2) لأنه يقابل أقل حاصل قسمة (bi) على قيم العمود المحوري ويكون الصف الثاني هو الصف المحوري.

تكوين جدول جديد بنفس القواعد التي تم توضيحها في مشكلة التعظيم، فيكون لدينا الجدول (7-2).

جدول (7-2) الحل الأفضل

الحل الأساسي	Cj	X_1 2	X_2 1	S_1 0	S_2 0	a_1 M	a_2 M	b_i
a_1 X_1	M 2	0 1	2.5 0.5	-1 0	0.25 -0.25	1 0	0.25 0.25	20 10
Zj Cj-Zj		2 0	1+2.2M -2.5M	-M M	-0.5+0.25M 0.5-0.25M	M 0	0.5-0.25M 1.25M-0.5	20+20M

نختبر أمثلية الحل في الجدول (7-2) فنلاحظ وجود قيم سالبة فنختار أعلى قيمة بإشارة سالبة وتقع تحت المتغير (X_2) ويكون المتغير الداخل (X_2) والعمود الثاني العمود المحوري، و(a_1) المتغير الخارج ومن ثم نكون جدول جديد كما في الجدول (8-2).

ومن خلال تقييم صف ($Cj\text{-}Zj$) في الجدول (8-2) نلاحظ أن جميع القيم موجبة أو صفر، وهذا يعني أن الحل في هذا الجدول يمثل الحل الأمثل والذي يعطي أقل قيمة لدالة الهدف وتساوي (20) وتنتج من المنتوج الأول (X_1) (6) وحدات والمنتوج الثاني (X_2) (8) وحدات.

جدول (2-8) الحل الأفضل

الحل الأساسي	Cj	X_1 2	X_2 1	S_1 0	S_2 0	a_1 M	a_2 M	b_i
X_2 X_1	1 2	0 1	1 0	-0.4 0.2	0.1 -0.3	0.4 -0.2	-0.1 0.3	8 6
Zj Cj-Zj		2 0	0 0	0 0	-0.6 0.6	0 M	0.5 M-0.5	20

٢-٤ الحالات الخاصة في البرمجة الخطية:

توجد أربع حالات خاصة عند حل مشاكل البرمجة الخطية، وتنشأ هذه الحالات نتيجةً لخلل في بناء النموذج الرياضي، أو نتيجة إجراءات الحل بطريقة السيمبلكس أو الرسم البياني، وهذه الحالات كما يلي:

تعدد الحلول المثلى Alternative Optimal Solution.

حالة الانحلال Degeneracy.

عدم وجود حلول ممكنة Non Existing Feasible Solution.

الحل غير محدد Un Bounded Solution.

ويمكن توضيح هذه الحالات كالآتي:

٢-٤-١ تعدد الحلول المثلى:

تحدث هذه الحالة عندما يمكن الحصول على أكثر من حل أمثل، أي أكثر من حل يعطي نفي القيمة المثلى لدالة الهدف (تعظيم أو تقليل). وتتحقق هذه الحالة عندما يكون الخط المستقيم الممثل لدالة الهدف موازي للخط المستقيم الممثل لأحد القيود المحايدة، ويقصد بالقيد المحايد القيد المحدد لمنطقة الحلول الممكنة. وفي حالة استخدام طريقة السيمبلكس يتم تشخيص الحالة عندما يمكن تكوين أكثر من حل أساسي ويعطي نفس قيمة الحل الأمثل. وتتحقق هذه الحالة عندما يكون أحد المتغيرات غير الأساسية في الحل الأمثل يأخذ قيمة (صفر) في صف (Cj-Zj) في هذه الحالة يمكن أن يتحول هذا المتغير إلى متغير أساسي وتكوين جدول جديد يعطي نفس الحل الأمثل. ويمكن توضيح ذلك كما في المثال الآتي:

مثال (1-2):

$$\text{Max } 8X_1 + 4X_2$$
$$\text{s.t}$$
$$4X_1 + 2X_2 \le 8$$
$$2X_1 + 2X_2 \le 6$$
$$X_1, X_2 \ge 0$$

بطريقة الرسم البياني نحصل على الشكل (2-4).

شكل (2-4) حالة تعدد الحلول المثلى

من الشكل (2-4) نلاحظ أن خط دالة الدف يوازي القيد المحايد والمتمثل بالقيد الأول. ومن خلال اختبار النقاط الركنية لمنطقة الحلول الممكنة سيتضح ما يلي:

A (0,0) $Z = 8(0) + 4(0) = 0$

النقطة

A (2,0) $Z = 8(2) + 4(0) = 16$

النقطة

A (1,2) $Z = 8(1) + 4(2) = 16$

النقطة

A (0,3) $Z = 8(0) + 4(3) = 12$

النقطة

إذن النقطة (B) والنقطة (C) تعطي نفس الحل الأمثل. كما يمكن توضيح الحالة باستخدام طريقة السيمبلكس كما في الجدول (2-9).

جدول (2-9) الحل الأمثل الأول

الحل الأساسي	C_j	X_1 8	X_2 4	S_1 0	S_2 0	b_i
S_1	0	4	2	1	0	8
S_2	0	2	2	0	1	6
Zj		0	0	0	0	0
Cj-Zj		8	4	0	0	
X_1	8	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	0	2
S_2	0	0	1	$-\frac{1}{2}$	1	2
Zj		8	4	2	0	16
Cj-Zj		0	0	-2	0	

من الجدول (2-9) يتضح أن الحل الأمثل هو ($X_2 = 0, X_1 = 2$) قيمة دالة الهدف (16). ومن خلال قيم صف (Cj-Zj) يتبين أن معامل (X_2) في هذا الصف يساوي (صفر) وهذا يعني إمكانية تكوين حل أمثل آخر بدخول (X_2) إلى الحل الأساس ونحصل على حل أمثل آخر كما في الجدول (2-10).

جدول (2-10) الحل الأمثل الأول

الحل الأساسي	C_j	X_1 8	X_2 4	S_1 0	S_2 0	b_i
X_1	8	1	0	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1
X_2	4	0	1	$-\frac{1}{2}$	1	2
Zj		8	4	2	0	16
Cj-Zj		0	0	-2	0	

وفي الجدول (2-10) يتبين أن الحل الأمثل الجديد يحقق نفس قيمة الحل الأمثل في الجدول (9-2) ولكن أصبحت متغيرات الحل الأساس ($X_2=2, X_1=1$) ويمكن إظهار الحلين كما يلي:

الحل الأول: $X_1=2$ $\quad$ $Z = 16\ X_2 = 0$

الحل الأول: $X_1=1$ $Z = 16\, X_2 = 2$

وينبغي التأكيد على أن حالة تعدد الحلول المثلى لا تمثل عيباً في النموذج الرياضي بل تشكل ميزة للنموذج لأنها تعطي مرونة لمتخذ القرار في اختيار الحل الأمثل.

٢-٤-٢ حالة الانحلال:

تظهر حالة الانحلال في حل مشكلة البرمجة الخطية عندما يكون واحد أو أكثر من متغيرات الحل الأساسي قيمته (صفر). وعند استخدام طريقة السيمبلكس قد يظهر الحل المنحل في أحد مراحل الحل، إما يستمر إلى نهاية الحل أو يختفي قبل الوصول إلى الحل الأمثل وتسمى (حالة الانحلال مرحلية). وعند استمرار حالة الانحلال إلى نهاية الحل لن تتحسن قيمة دالة الهدف. كما ينبغي الإشارة بأن حالة الانحلال في طريقة السيمبلكس يمكن الاستدلال عليها عندما يتساوى ناتج قسمة عمود (bi) على قيم العمود المحوري لأكثر من متغير. أمّا عند استخدام طريقة الحل البياني فيتم تشخيص حالة الانحلال عندما يشترك أكثر من قيد في نقطة الحل الأمثل ويكون قيد واحد أو أكثر (فائض)، والقيد الفائض هو القيد الذي يمكن الاستغناء عنه دون أن يؤثر على نقطة الحل الأمثل.

ويمكن توضيح حالة الانحلال كما في المثال (2-2) كما يلي:

مثال (2-2):

$$\begin{aligned} &\text{Max } 5X_1 + 9X_2 \\ &\text{s.t} \\ &X_1 + 2X_2 \le 4 \\ &X_1 + X_2 \le 2 \\ &X_1, X_2 \ge 0 \end{aligned}$$

باستخدام طريقة الحل البياني نحصل على الشكل (2-5).

شكل (2-5) الرسم البياني لحالة الانحلال

ومن خلال الشكل يتضح أن النقاط الركنية لمنطقة الحلول الممكنة تمثل بـ (A, B, C) وعند اختبار هذه النقاط في دالة الهدف سنجد أن نقطة (0, 2) C تحقق الحل الأمثل وقيمته (18)، ومن خلال الشكل يتبين أنّ بقاء القيد الأول فقط أو الثاني فقط سيحقق لنا نفس الحل الأمثل، أي أن أحد القيدين يعتبر قيد فائض وباستخدام طريقة السيمبلكس نحصل على الحل كما في الجدول (2-11).

جدول (2-11) طريقة السيمبلكس لحالة الانحلال

الحل الأساس	C_j	X_1 5	X_2 9	S_1 0	S_2 0	b_i
S_1	0	1	2	1	0	4
S_2	0	1	1	0	1	2
Zj		0	0	0	0	0
Cj-Zj		5	9	0	0	
X_2	9	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	0	2
S_2	0	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	1	0
Zj		$\frac{9}{2}$	9	$-\frac{9}{2}$	0	18
Cj-Zj		$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{9}{2}$	0	
X_2	9	0	1	1	-1	2
X_1	5	1	0	-1	2	0
Zj		5	9	4	1	15
Cj-Zj		0	0	-4	-1	

من الجدول (2-11) يمكن ملاحظة إن حالة الانحلال ظهرت في المرحلة الثانية من الحل، حيث أصبحت قيمة (S_2) كمتغير أساسي (صفر) كما يمكن أن نلاحظ أنه عند قسمة قيم عمود (bi) على قيم العمود المحوري في المرحلة الأولى من الحل حصلنا على قيم متساوية كالآتي:

$$S_2 = \frac{2}{1} = 2 \qquad , \qquad S_1 = \frac{4}{2} = 2$$

وتم اختيار (S_1) عشوائياً كمتغير خارج لأنه لا يوجد في هذه الحالة معيار محدد لتحديد المتغير الخارج. فعند تساوي حالة قسمة عمود (bi) على قيم العمود المحوري يتم اختيار المتغير الخارج عشوائياً.

كما يلاحظ في الجدول (2-11) إن حالة الانحلال استمرت حتى نهاية الحل الوصول إلى الحل الأمثل، إلا أن قيمة دالة الهدف لم تتحسن وبقيت بقيمة (18) في المرحلتين الثانية والثالثة.

٢-٤-٣ الحلول غير محدودة:

وهي الحالة التي تكون فيها منطقة الحلول الممكنة (بطريقة الرسم البياني) غير محدودة. وتحدث هذه الحالة عندما تكون معاملات أحد المتغيرات في جميع القيود سالبة أو صفر. وفي هذه الحالة عندما تكون معاملات أحد المتغيرات في جميع القيود سالبة أو صفر. وفي هذه لحالة قد يكون بالإمكان الوصول إلى الحل الأمثل أو يتعذر ذلك. ويمكن توضيح ذلك كما في المثالين التاليين:

مثال (2-3): منطقة حلول غير محدودة والحل الأمثل غير محدد:

$$\text{Max } 4X_1 + 2X_2$$
$$\text{s.t}$$
$$3X_1 - 3X_2 \leq 60$$
$$2X_1 - 2X_2 \leq 20$$
$$X_1, X_2, \geq 0$$

باستخدام طريقة الحل البياني نحصل على الشكل (2-6) ومن خلاله نلاحظ أن منطقة الحلول غير محدودة، أي لا يوجد لها حد أقصى يحدد الحل الأمثل. وحدثت هذه الحالة لأنه كما نلاحظ في النموذج الرياضي للمثال (2-3) فإن معمل (X_2) في كلا القيدين سالبة، أي أن قيمة المتغير وكذلك دالة الهدف ستزداد بشكل غير محدد ودون الخروج من منطقة الحلول الممكنة.

شكل (2-6) منطقة حلول غير محدودة وحل أمثل غير محدد

وباستخدام طريقة السيمبلكس نحصل على الجدول (2-10)، ومن خلال الجدول نلاحظ أنه في المرحلة الثانية من الحل تمكنا من تحديد المتغير الداخل (X_2) لأنه يملك أعلى قيمة موجبة إلا أننا لم نتمكن من تحديد المتغير الخارج لعدم وجود حاصل قسمة موجبة لقيم عمود (bi) على قيم العمود المحوري والمرتبط بـ (X_2) حيث أن قيم العمود المحوري سالبة وصفر، في هذه الحالة يتعذر الوصول إلى الحل الأمثل.

جدول (2-12) حلول غير محدودة وحل أمثل غير محدد

الحل الأساس	C_j	X_1	X_2	S_1	S_2	b_i
		4	3	0	0	
S_1	0	3	-3	1	0	60
S_2	0	2	-2	0	1	20
Zj		0	0	0	0	0
Cj-Zj		4	2	0	0	
S_1	0	0	0	1	$\frac{3}{2}$	30
X_1	4	1	-1	0	$\frac{1}{2}$	10
S_1	0	0	-4	0	2	40
X_1	4	1	6	0	-2	
Zj		4	-4	0	2	40
Cj-Zj		0	6	0	-2	

مثال (2-4): حلول غير محدودة وحل أمثل محدد

$$\text{Max } 2X_1 + 4X_2$$
$$\text{s.t}$$
$$3X_1 - 3X_2 \leq 6$$
$$X_1 \leq 3$$
$$X_1, X_2, \geq 0$$

باستخدام طريقة الحل البياني نحصل على الشكل (2-7)، ومنه يتضح لنا إن منطقة الحلول الممكنة غير محدودة إلا أن نقطة الحل الأمثل محددة بالنقطة (2,0) (A) وتكون عندها دالة الهدف تساوي (4).

ويمكن التحقق من هذا الحل أيضاً باستخدام طريقة السيمبلكس كما موضح في الجدول (2-13).

جدول (2-13) حلول غير محدودة وحل أمثل محدد

الحل الأساس	C_j	X_1 2	X_2 --4	S_1 0	S_2 0	b_i
S_1	0	3	-2	1	0	6
S_2	0	1	0	0	1	3
Zj		0	0	0	0	0
Cj-Zj		2	-4	0	0	
X_1	2	1	$-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	2
S_2	0	0	$\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	1	1
Zj		2	$-\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	4
Cj-Zj		0	$-\frac{8}{3}$	$-\frac{2}{3}$	0	

٢-٤-٤ عدم وجود حلول ممكنة:

في هذه الحالة يتعذر تحديد نقطة تحقق جميع قيود المشكلة، لأنه لا توجد منطقة حلول ممكنة تشترك فيها جميع قيود المشكلة. ويمكن توضيح هذه الحالة كما في المثال الآتي:

$$Max\ 2X_1 + X_2$$
$$s.t$$
$$2X_1 - 2X_2 \leq 2$$
$$3X_1 - 4X_2 \geq 12$$
$$X_1, X_2, \geq 0$$

باستخدام طريقة الحل البياني نحصل على الشكل (2-8) ومن خلاله يتضح عدم وجود منطقة حلول ممكنة وبالتالي يتعذر تحديد حل ممكن ومثل للمشكلة.

كما يمكن توضيح الحل باستخدم طريقة السيمبلكس وكما موضح في الجدول (2-14).

من الجدول (2-14) نلاحظ بقاء المتغير الاصطناعي في جدول الحل الأمثل، وهذا يعني أن هذا الحل لا يمكن تطبيقه لأنه يتناقض مع القيد الثاني، أي يمكن أن نحدد بأن حالة عدم وجود حلول ممكنة يمكن تشخيصها بطريقة السيمبلكس عند بقاء المتغير الاصطناعي في جدول

الحل الأمثل كمتغير في الحل الأساسي. ويمكن تلخيص معايير تحديد الحالات الخاصة بطريقتي الرسم البياني والسيمبلكس كما في الجدول (2-15).

جدول (2-14) عدم وجود حلول ممكنة

الحل الأساسي	Cj	X_1 3	X_2 2	S_1 0	S_2 0	a_2 -M	b_i
S_1	0	2	1	1	0	0	2
S_2	-M	3	4	0	-1	1	12
Zj		-3M	-4M	0	M	-M	-12M
Cj-Zj		3+3M	2+4M	0	-M	0	
X_1	2	2	1	1	0	0	2
a_2	M	-5	0	-4	-1	1	4
Zj		4+5M	2	2+4M	M	-M	4-4M
Cj-Zj		-1-5M	0	-2-4M	-M	0	

جدول (2-15) معايير تحديد الحالات الخاصة بطريقتي الحل البياني والسيمبلكس

الحالات الخاصة	طريقة الحل البياني	طريقة السيمبلكس
تعدد الحلول المثلى	الخط الممثل لدالة الهدف يوازي الخط الممثل لأحد القيود	معامل أحد المتغيرات غير الأساسية يساوي صفر في صف (Cj-Zj)
الانحلال	وجود قيد فائض لا يؤثر على نقطة الحل الأمثل	واحد أو أكثر من المتغيرات الأساسية يساوي صفر في أحد مراحل الحل أو في المرحلة النهائية
حلول غير محددة	معاملات أحد المتغيرات في جميع القيود سالبة أو صفر	عدم وجود حاصل قسمة موجب لقيم عمود (bi) على قيم العمود المحوري
عدم وجود حلول ممكنة	عدم وجود منطقة حلول ممكنة تحقق جميع القيود	بقاء المتغير الاصطناعي في جدول الحل الأمثل

٥-٢ النموذج المقابل Daul Model

لكل مشكلة يتم صياغتها بنموذج البرمجة الخطية نموذجان، يسمى الأول النموذج الأولي (Primal Model) والثاني بالنموذج المقابل. والحل الأمثل لأي منهما يناظر الحل الأمثل للنموذج الآخر، لذلك يستخدم النموذج الأسهل لإيجاد الحل. ولتكوين النموذج المقابل نتبع القواعد التالية:

تعكس إشارة دالة الهدف من تعظيم (Max) إلى تقليل (Min) أو العكس كما موضح أدناه:

النموذج الأولي		النموذج المقابل
تعظيم (Max)	⟵	**تقليل** (Min)
تقليل (Min)	⟵	**تعظيم** (Max)

تبديل رموز متغيرات النموذج الأولي إلى رموز أخرى للتمييز بين النموذجين. مثال ذلك، إذا كان الرمز (Xi) يمثل متغيرات النموذج الأولي، فإن (Yi) ستمثل متغيرات النموذج المقابل.

معاملات متغيرات دالة الهدف في النموذج المقابل تتمثل بالجانب الأيمن لقيود النموذج الأولي، أي أن عدد متغيرات دالة الهدف في النموذج المقابل تساوي عدد قيود النموذج الأولي.

تكوين قيود النموذج المقابل كالآتي:

أ. معاملات متغيرات الجانب الأيسر في النموذج المقابل تتمثل بعمود معاملات متغيرات قيود النموذج الأولي. أي أن العمود الأول سيمثل صف معاملات متغيرات القيد الأول، والعمود الثاني سيمثل صف معاملات متغيرات القيد الثاني... إلخ.

ب. تعكس إشارات القيود في النموذج الأولي لكي تصبح في النموذج المقابل كما موضح أدناه

النموذج الأولي	النموذج المقابل
أقل أو يساوي $\leq$	$\geq$
أكبر أو يساوي $\geq$	$\leq$

وفي حالة وجود قيد بإشارة (=) يتم تحويل هذا القيد إلى قيدين بإشارتين مختلفتين، أحدهما بإشارة ($\leq$) والآخر ($\geq$)، ثم في ضوء دالة الهدف للنموذج الأولي يتم ضرب القيد ($\geq$) بـ (-1) لتحويله إلى قيد بإشارة ($\leq$) في حالة كون دالة الهدف في النموذج الأولي تعظيم (Max)، ونقوم بالعكس في حالة الدالة تقليل (Min) حيث نقوم بضرب القيد ($\leq$) بـ (-1)

لتحويله إلى قيد بإشارة (≥). كما ينبغي الإشارة إلى أنه قبل تكوين النموذج المقابل يجب أن تكون إشارة قيود النموذج الأولي متماثلة، وكقاعدة في حالة كون دالة الهدف تعظيم (Max) يجب أن تكون جميع القيود بإشارة أقل أو يساوي (≤) وفي حالة وجود قيد بإشارة أكبر أو يساوي فيتم ضربه بـ (-1) لتحويله إلى إشارة (≤). أمّا إذا كانت دالة الهدف تقليل (Min) فجب أن تكون جميع القيود بإشارة أكبر ويساوي (≥) وفي حالة وجود قيد بإشارة أقل أو يساوي (≤) فيتم ضربه بـ (-1) لتحويله إلى إشارة أكبر أو يساوي (≥).

جـ. الجانب الأيمن لقيود النموذج المقابل لتمثل بمعاملات متغيرات دالة الهدف في النموذج الأولي، حيث يتمثل معامل المتغير الأول في دالة الهدف، الجانب الأيمن للقيد الأول، وهكذا لبقية القيود، أي أن عدد قيود النموذج المقابل يساوي عدد متغيرات دالة الهدف في النموذج الأولي. ويمكن توضيح هذه القواعد في الأمثلة التالية:

مثال (2-6):

النموذج المقابل	النموذج الأولي
Min $8Y_1 + 16Y_2$	Max $6X_1 + 2X_2$
s.t	s.t
$3Y_1 + Y_2 \geq 6$	$3X_1 - X_2 \leq 16$
$Y_1 + 2Y_2 \geq 2$	$X_1 + X_2 \leq 16$
$Y_1, Y_2 \geq 0$	$X_1, X_2 \geq 0$

مثال (2-7):

النموذج المقابل	النموذج الأولي
Max $24Y_1 + 12Y_2$	Min $X_1 + 2X_2$
s.t	s.t
$2Y_1 + 6Y_2 \leq 1$	$2X_1 + 2X_2 \geq 24$
$2Y_1 + Y_2 \leq 2$	$6X_1 + X_2 \geq 12$
$Y_1, Y_2 \geq 0$	$X_1, X_2 \geq 0$

مثال (2-8):

النموذج المقابل		النموذج الأولي
Min $46Y_1 - 64Y_2 + 20Y_3 - 20Y_4$		Max $16X_1 + 12X_2$
s.t		s.t
$6Y_1 - 8Y_2 + 2Y_3 - 2Y_4 \geq 16$	←	$6X_1 + 2X_2 \leq 64$ $6X_1 + 2X_2 \leq 46$
$2Y_1 + 2Y_3 - 2Y_4 \geq 12$	←	$-8X_1 \leq -64$ $(-1)8X_1 \geq 64$

$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 \geq 0 \longleftarrow \quad 2X_1 + 2X_2 \leq 20 \; 2X_1 + 2X_2 = 20$

$-2X_1 - 2X_2 \leq -20$

$X_1, X_2 \geq 0$

٢-٦ تحليل الحساسية Sensitivity Analysis

يهدف تحليل الحساسية إلى بيان أثر التغيرات في معاملات متغيرات دالة الهدف والجانب الأيمن لقيود النموذج على الحل الأمثل. ويساهم تحليل الحساسية في دعم متخذ القرار وخاصةً في القرارات المتعلقة بزيادة أو نص سعر البيع للمنتوجات وكذلك في القرارات المرتبطة بزيادة أو خفض الاستثمار في أحد الموارد المتاحة. يتضمن تحليل الحساسية محورين هما:

تحديد مدى الأمثلية: وذلك لتحديد الحد الأعلى والأدنى لمعاملات متغيرات دالة الهدف والتي ضمن حدودها يبقى الحل أمثل.

تحديد مدى الإمكانية: ويهدف إلى تحديد الحد الأعلى والأدنى التي ضمنها تبقى الموارد المتاحة تحقق حلول ممكنة ويبقى الحل أمثل. أي أن مدى الإمكانية يرتبط فقط بالموارد والمتمثلة بالجانب الأيمن للقيود. وكقاعدة عامة يفضل زيادة الاستثمار في الموارد التي تمتلك سعر ظل (Shadow Price) وهي الموارد التي تحق زيادة في دالة الهدف بمقدار سعر الظل مضروباً بعدد الوحدات التي يقرر متخذ القرار خفض الاستثمار في أي مورد يمتلك سعر ظل. ويقصد بسعر الظل مقدار الزيادة أو الخفض في قيمة دالة الهدف نتيجة زيادة أو خفض الاستثمار بوحدة واحدة من أي مورد. ويتم تحديد سعر الظل من خلال صف (Zj) في جدول الحل الأمثل بطريقة السيمبلكس حيث يعتبر معامل الموارد الخاملة والتي يرمز لها بـ (Si) في صف (Zj) سعر ظل لكل مورد.

ويمكن توضيح محاور تحليل الحساسية من خلال المثال التالي:

مثال (2-9): تنتج إحدى شركات الصناعات البتروكيماوية نوعين من المنتجات يستخدم في تصنيعها ثلاث مواد أولية كما موضح في الجدول (2-16):

جدول (2-16) مستلزمات إنتاج المنتوجات

	المادة الأولية الأولى	الثانية	الثالثة
المنتوج الأول	$\frac{3}{5}$	0	$\frac{3}{5}$
المنتوج الثاني	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{10}$
الكميات المتاحة	20	05	21

وكان سعر بيع المنتوج الأول (40) والمنتوج الثاني (30).

المطلوب:

إيجاد الحل الأمثل باستخدام طريقة السيمبلكس.

تحديد مدى الأمثلية لمتغيرات دالة الهدف.

تحديد مدى الإمكانية للمواد الأولية المتاحة.

الحل:

نفرض أن المنتوج الأول = X_1

أن المنتوج الثاني = X_2

إذن البرمجة الخطية التي تمثل المثال (2-9) كالآتي:

$$\text{Max } 40X1 + 30X2$$

$$\text{s.t}$$

$$\frac{3}{5}X_1 + \frac{1}{2}X_2 \leq 20$$

$$\frac{1}{5}X_1 \leq 5$$

$$\frac{3}{5}X_1 + \frac{3}{10}X_2 \leq 21$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

باستخدام طريقة السيمبلكس نحصل على جدول الحل الأمثل كما في الجدول (2-17).

جدول (2-17) الحل الأمثل

المتغيرات		X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	b_i
الحل الأساسي	Cj	40	30	0	0	0	
X_1	30	0	1	$\frac{10}{3}$	0	$-\frac{20}{9}$	20
S_2	0	0	0	$-\frac{2}{3}$	1	$\frac{4}{9}$	1
X_1	40	1	0	$-\frac{5}{3}$	0	$\frac{25}{9}$	25
Zj		40	30	$\frac{100}{3}$	0	$\frac{400}{9}$	1600
Cj-Zj		0	0	$-\frac{100}{3}$	0	$-\frac{400}{9}$	

تحديد مدى الأمثلية لمتغيرات دالة الهدف: لتحديد مدى الأمثلية نتبع الخطوات التالية:

١/ نقوم باستبدال معامل المتغير الذي نبحث له عن مدى الأمثلية بمعامل مجهول القيمة ونرمز له بـ (C_1) للمتغير الأول ونضع هذا الرمز بدلاً من القيمة المحددة للمعامل، وفي هذا المثال نستبدل معامل (X_1) والذي يساوي (40) بـ (C_1) ونضعها في صف (Cj) تحت متغيرات دالة الهدف، وكذلك في عمود (Cj) مقابل الحل الأساسي.

٢/ نقوم بإعادة حساب قيم صف (Zj) و(Cj-Zj).

٣/ تكوين متباينات جانبها الأيسر أي معامل في (Cj-Zj) يحتوي على (C_1) وجانبها الأيمن (صفر) وبإشارة ($\leq$) إذا كانت دالة الهدف تعظيم و($\geq$) إذا كانت دالة الهدف تقليل. ودلالة ذلك أننا سنبحث عن حدود التغير في (C_1) والتي ضمنها يبقى الحل أمثل، أي جميع قيم صف (Cj-Zj) تساوي أو أقل من صفر إذا كنت دالة الهدف تعظيم (Max) وأكبر أو تساوي إذا كانت دالة الهدف تقليل (Min).

٤/ حل المتباينات التي تكونت في الخطوة (3)، حيث تتحدد حدود (C_1) كحد أعلى وحد أدنى والتي تمثل مدى الأمثلية للمتغير الأول (X_1).

٥/ بنفس الخطوات السابقة يتم حساب مدى الأمثلية للمتغيرات الأخرى. وبتطبيق الخطوات أعلاه على المثال الحالي نحصل على الآتي:

نكون جدول حساب مدى الأمثلة للمتغيرات (X_1) كما مبين في الجدول (2-18).

جدول (2-18) مدى الأمثلية لـ (X_1)

		X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	b_i
الحل الأساس	C_j	30	0	0	0	0	
X_2	30	0	1	$\frac{10}{3}$	0	$-\frac{20}{9}$	
S_2	0	0	0	$-\frac{2}{3}$	1	$\frac{4}{9}$	
X_1	C_1	1	0	$-\frac{5}{3}$	0	$\frac{25}{9}$	
Zj		C_1	30	$100-\frac{5}{3}C_1$	0	$\frac{25}{9}C_1-\frac{600}{9}$	
Cj-Zj		0	0	$\frac{5}{3}C_1-100$	0	$\frac{600}{9}-\frac{1000}{9}$	

- تكوين المتباينات:

$$\frac{5}{3}C_1-100 \le 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(1)}$$

$$\frac{600}{9}-\frac{25}{9}C_1 \le 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2)}$$

من المتباينة (1) نحصل على: $60 \le 100 \Rightarrow C_1 \le \Rightarrow \frac{5}{3}C_1 \le \frac{5}{3}C_1 - 100$

من المتباينة (2) نحصل على: $24 \ge \frac{600}{9} \Rightarrow C_1 \ge 0 \Rightarrow \frac{25}{9}C_1 \le \frac{600}{9} - \frac{25}{9}C_1$

$\therefore$ مدى الأمثلية لـ X_1 كالآتي:

$$24 \le C_1 \le 60$$

- وهذا المدى يبين لمتخذ القرار إمكانية زيادة سعر البيع للمنتوج الأول لغاية (60) وبقاء الحل الحالي أمثل، كما يمكن خفض سعر البيع لغاية (24) وبقاء حل أمثل.

بنفس الطريقة نستخرج مدى الأمثلية لـ (X_2) حيث الجدول (2-19) المتغيرات اللازمة لتحديد مدى الأمثلية.

من صف (Cj-Zj) نحصل على المتباينات التالية:

$$\frac{200}{3}-\frac{10}{3}C_2 \leq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\frac{20}{9}C_2 - \frac{1000}{9} \leq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

جدول (2-19) مدى الأمثلية لـ (X_1)

		X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	b_i
الحل الأساسي	C_j	40	C_2	0	0	0	
X_2	0	0	1	$\frac{10}{3}$	0	$-\frac{20}{9}$	20
S_2	0	0	0	$-\frac{2}{3}$	1	$\frac{4}{9}$	1
X_1	40	1	0	$-\frac{5}{3}$	0	$\frac{25}{9}$	25
Zj		40	C_2	$\frac{10}{3}C_2-\frac{200}{3}$	0	$\frac{1000}{9}-\frac{20}{9}C$	$1000+2_0C_2$
Cj-Zj		0	0	$\frac{200}{3}-\frac{10}{3}C$	0	$\frac{20}{9}C_2-\frac{1000}{9}$	

من المتباينة (1) نحصل على:

$$C_2 \geq 20$$

من المتباينة (2) نحصل على:

$$C_2 \leq 50$$

إذن مدى الأمثلية لـ X_2:

$$20 \leq C_2 \leq 50$$

- أما المتغيرات الخاملة (S_3, S_2, S_1) فيتم تحديد مدى الأمثلية لها بموجب القاعدة التالية:

$0 \leq Si \leq$ سعر الظل

وأي متغير لا يوجد له سعر ظل ليس له مدى أمثلية. وبتطبيق هذه القاعدة على المثال نحصل على ما يلي:

مدى الأمثلية لـ (S_1): $0 \leq C_{S1} \leq \frac{100}{3}$

مدى الأمثلية لـ (S_2): لا يوجد

مدى الأمثلية لـ (S_3): $0 \leq C_{S1} \leq \frac{400}{9}$

تحديد مدى الإمكانية لـ (S_3, S_2, S_1)

أ. مدى الإمكانية لـ (S_1)

لتحديد مدى الإمكانية نستخدم العلاقة التالية:

0 ≤ (عمود معاملات المتغير الخامل Si في جدول الحل الأمثل) $\triangle b_1$ + (عمود bi في جدول الحل الأمثل)

$$0 \geq \begin{pmatrix} \text{عمود معاملات المتغير الخامل } Si \text{ في جدول الحل الأمثل} \end{pmatrix} \triangle b_1 + \begin{pmatrix} \text{عمود } bi \text{ في جدول الحل الأمثل} \end{pmatrix}$$

ويقصد ($\triangle b_1$ +) مقدار التغير الذي سيحدث في حدود المورد المتاح. ويبقى الحل ممكناً وأمثل. وبتطبيق ذلك على المثال نحصل على:

$$\begin{pmatrix} 20 \\ 1 \\ 25 \end{pmatrix} + \triangle b_1 \begin{pmatrix} 10 \\ 3 \\ 2 \\ -3 \\ 5 \\ -3 \end{pmatrix} \geq 0$$

$$20 + \frac{10}{3} + \triangle b_1 \geq 0 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (1)$$

$$1 - \frac{2}{3} + b_1 \underset{\triangle}{\geq} 0 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (2)$$

$$25 + \frac{5}{3} + \underset{\triangle}{b_1} \quad \geq 0 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (3)$$

من المتباينة (1) نحصل على:

$$20 + \frac{10}{3} + b_i 1 \ \geq 0 \Rightarrow \triangle\frac{10}{3} \ b_i1 \geq -20 \Rightarrow \overset{\triangle}{b_i}1 \geq -6$$

من المتباينة (2) نحصل على:

$$b_1 \leq 1.5$$

من المتباينة (3) نحصل على:

$$b_1 \leq 15$$

إذن مدى التغير للمورد الأول: $-6 \leq b_1 \leq 1.5$

أي إن مدى التغير المسموح به للمورد الأول بحيث يبقى الحل ممكناً وأمثل هو إمكانية زيادة المورد بـ (1.5) كحد أقصى وخفض الاستثمار بـ (6-) كحد أقصى. وكما يلاحظ على النتائج أعلاه في حالة وجود أكثر من متباينة تحقق نتائج بإشارة أقل أو يساوي (≤) فنأخذ أقل نتيجة لأنها تحقق جميع هذه المتباينات، وفي حالة وجود أكثر من متباينة بإشارة أكبر أو يساوي (≥) فنأخذ النتيجة ذات القيمة الأكبر لأنها تحقق جميع هذه المتباينات.

بعد استخراج مدى التغير نقوم بحساب مدى الإمكانية وذلك بإضافة الجانب الأيمن للقيد الأول، أي الكمية المتاحة للمورد الأول إلى طرفي مدى التغير كما يلي:

$$20-6 \leq b_1 \quad \leq 1.5 \underset{\triangle}{+} 20$$

مدى الإمكانية للمورد الأول: $\triangle 14 \leq b_1 \leq 21.5$

ب- بنفس الطريقة نستخرج مدة الإمكانية للمورد الثاني كالآتي:

مدى التغير للمورد الثاني: $-1 \leq b_2 < \underset{\triangle}{+} \alpha$

أي أن المورد الثاني يمكن زيادة الاستثمار فيه بلا حدود معينة لأنه مورد لا يمتلك سعر ظل، أي أنه مورد غير نادر وبالتالي لا توجد فيود على حدود الاستثمار فيه. ولكي يدخل الحل الأمثل ينبغي خفض الاستثمار فيه بمقدار (1-) والتي تشكل الكمية الفائضة من المورد والتي ظهرت في عمود الكميات في جدول الحل الأمثل.

ويكون مدى الإمكانية للمورد الثاني: $4 \leq B_2 < \alpha$

جـ- مدى الإمكانية للمورد الثالث: $18.75 \leq b_3 \leq 30$

مثال (1): حدد الحل الأمثل باستخدام طريقة الحل البياني للنموذج التالي:

تعظيم $\text{Max } Z = 8\ X_1 6X_2$

$$5X_1 + 2X_2 \leq 60$$
$$2X_1 + 4X_2 \leq 48$$
$$3X_1 \geq 15$$
$$5X_1 - 4X_2 \leq 40$$

الحل:

من خلال الشكل (2-9) والذي يمثل الرسم البياني نحصل على النقاط الركنية لمنطقة الحلول الممكنة والتي نختبرها في دالة الهدف للحصول على نقطة الحل الأمثل كالآتي:

تعظيم $\text{Max } Z = 8\ X_1 6X_2$

:(5,9.5) $Z = 8(5) + 6(9.5) = 97$

A

:(9,7.5) $Z = 8(9) + 4(7.5) = 117$

B

$Z = 8(10.7) + 6(3.3) = 105.4$:(10.7,3.3) C

$Z = 8(8) + 6(0) = 64$

:(8.0) D

$Z = 8(5) + 6(0) = 40$

:(5,0) E

∴ نقطة الحل الأمثل النقطة (B) (907.5) لأنها تحقق أعلى قيمة لدالة الهدف وهي (117).

شكل (2-9)

مثال (2): باستخدام الحل البياني حدد الحل الأمثل للنموذج التالي:

$$\text{Min } Z = X_1 + X_2$$

s.t

$$X_1 \geq 30$$

$$X_2 \geq 20$$

$$X_1 + 2X_2 \geq 80$$

الحل: من خلال الشكل (2-10) نحصل على النقاط الركنية لمنطقة الحلول الممكنة ونختبرها في دالة الهدف لتحديد نقطة الحل الأمثل كما يلي:

$$\text{Min } Z = X_1 + X_2$$

A (30, 25): $Z = 30 + 25 = 55$

B (40, 20): $Z = 40 + 20 = 60$

∴ نقطة الحل الأمثل النقطة (A) لأنها تحقق أعلى قيمة لدالة الهدف وهي (55).

شكل (2-10)

مثال (3): باستخدام طريقة السيمبلكس حدد الحل الأمثل للنموذج الآتي:

$$\text{Max } Z = 30X_1 + 20X_2$$

s.t

$$X_1 + X_2 \leq 50$$

$$2X_2 \leq 80$$

$$X_2 \leq 30$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

الحل:

نكون النموذج القياسي كما مبين أدناه:

$$\text{Max } Z = 30X_1 + 20X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3$$

s.t

$$X_1 + X_2 + S_1 = 50$$

$$2X_2 + S_2 = 80$$

$$X_2 + S_2 = 30$$

$$X_1, X_2, S_1, S_2, S_3 \geq 0$$

وبتطبيق خطوات طريقة السيمبلكس نحصل على الحل الأمثل كما مبين في الجدول (2-20).

جدول (2-20) الحل الأمثل

المتغيرات		X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	b_i
الحل الأساسي	Cj	30	20	0	0	0	
X_2	20	0	1	1	$-\frac{1}{2}$	0	10
X_1	30	1	0	0	$\frac{1}{2}$	0	40
S_3	0	0	0	-1	$\frac{1}{2}$	1	20
Zj		30	20	20	5	0	1400
Cj-Zj		0	0	-20	-5	0	

مثال (4): باستخدام طريقة السيمبلكس حدد الحل الأمثل للنموذج الآتي:

$$\text{Min } Z = 7X_1 + 9X_2$$

s.t

$$3X_1\ 6\ X_2 \geq 36$$

$$8X_1 + 4X_2 \geq 46$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

الحل: نكون النموذج القياسي كما مبين أدناه:

$$\text{Min } Z = 7X_1 + 9X_2 + 0S_1 + 0S_2 + Ma_1 + Ma_2$$

s.t

$$3X_1 + 6X_2 - S_1 + a_1 = 36$$

$$8X_1 + 4X_2 - S_2 + a_1 = 64$$

$$X_1, X_2, S_1, S_2, a_1, a_3 \geq 0$$

وبتطبيق خطوات طريقة السيمبلكس نحصل على الحل الأمثل كما مبين في الجدول (2-21).

جدول (2-21) الحل الأمثل

المتغيرات		X_1	X_2	S_1	S_2	b_i
الحل الأساسي	Cj	9	0	0	0	
X_2	9	0	1	$-\frac{2}{9}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{8}{3}$
X_1	7	1	0	$\frac{1}{9}$	$-\frac{1}{6}$	$\frac{40}{6}$
Zj		7 0	9	$-\frac{11}{9}$	$-\frac{5}{12}$	$\frac{425}{6}$
Cj-Zj			0	$\frac{11}{9}$	$\frac{5}{12}$	

في ختام هذا الفصل لابد من أن نؤكد على أن هذا الأسلوب قد لا يعطي حلاً جاهزاً لأي مشكلة وبشكل متكامل، بقدر ما هو يساعد متخذ القرار في منظمة الأعمال على ترشيد القرار المطلوب اتخاذه. وقد تم زيادة فاعلية هذا الأسلوب في مجال ترشيد القرارات من خلال إدخال بعض المتطلبات والشروط على نتائج حل نموذج البرمجة الخطية، وأهمها أن تكون النتائج المتمثلة بقيم المتغيرات قيمها أعداداً حقيقية خالية من الكسور، وهذا ما سوف تناوله في الفصل التالي.

أسئلة وتطبيقات عملية

س١: وضح مفهوم البرمجة الخطية، ثم بيِّن الحالات التي يمكن فيها أن تقدم البرمجة الخطبة دعماً لمتخذ القرار.

س٢: ما هي أهم مستلزمات تطبيق البرمجة الخطية.

س٣: عدِّد فقط أهم الطرق المستخدمة في حل نموذج البرمجة الخطية.

س٤: وضِّح مفهوم تحليل الحساسية وأهميته في دعم متخذ القرار.

س٥: ما هو مفهوم سعر الظل وكيف يمكن استخدامه في تقييم قرارات الاستثمار في الموارد المتاحة.

س٦: أوجد الحل الأمثل باستخدام طريقة الحل البياني لمشاكل البرمجة الخطية التالية:

$$\text{Max } Z = 4X_1 + 4X_2$$

s.t

$$3X_1 + 5X_2 \leq 150$$
$$X_1 - X_2 \leq 10$$
$$5X_1 + 3X_2 \leq 30$$
$$X_1, X_2 \geq 0$$

$$\text{Min } Z = X_1 + 2X_2$$

s.t

$$X_1 + 3X_2 \geq 90$$
$$8X_1 + 2X_2 \geq 160$$
$$3X_1 + 2X_2 \geq 120$$
$$X_2 \geq 70$$
$$X_1, X_2 \geq 0$$

س٧: أدناه مجموعة من مشاكل البرمجة الخطية والمطلوب تحديد نوع الحالة الخاصة لكل مشكلة:

(1) (2)

Max $10X_1 + 10X_2$ Max $3X_1 + 2X_2$

s.t

s.t

$2X_1 \leq 10$

$X_1 \geq 2$

$2X_1 + 4X_2 \leq 16$ $X_1 \geq 2$

$4X_2 \leq 8$

$2X_2 \geq 8$

$X_1, X_2 \geq 0$

$X_1, X_2 \geq 0$

(3) (4)

Max $X_1 + 2X_2$ Max $3X_1 + 3X_2$

s.t s.t

$X_1 \leq 1$

$4X_1 + 6X_2 \leq 48$

$2X_1 \leq 2$

$4X_1 \; 2X_1 \leq 12$

$X_1 + 2X_2 \leq 2$

$3X_2 \geq 2$

$X_1, X_2 \geq 0$

$X_1, X_2 \geq 0$

س٨: أدناه نموذج للبرمجة الخطية:

$$\text{Max } 3X_1 + 5X_2$$
$$\text{s.t}$$
$$X_2 \leq 6$$
$$3X_1 + 2X_2 \leq 18$$
$$X_1, X_2 \geq 0$$

المطلوب:

إيجاد الحل الأمثل باستخدام السيمبلكس.

إيجاد الحل الأمثل بطريقة الحل البياني.

ما هي نقاط الاشتراك بين طريقة السيمبلكس وطريقة الحل البياني في كل مرحلة من مراحل الحل.

س٩: أدناه نموذج للبرمجة الخطية:

$$\text{Min } Z = 50X_1 + 10X_2 + 75X_3$$
$$\text{s.t}$$
$$X_1 - X_2 = 1000$$
$$2X_1 + 2X_2 = 2000$$
$$X_1 \leq 1500$$
$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

س١٠: كوِّن النموذج المقابل لمشاكل البرمجة الخطية التالية:

$$\text{Max } 80X_1 + 40X_2 + 12X_3 + 10X_4$$
$$\text{s.t}$$
$$X_1 + 2X_2 + X_3 + 5X_1 \leq 150$$
$$X_2 - 4X_3 + 8X_4 = 70$$
$$6X_1 + 7X_2 + 2X_3 - X_4 \geq 120$$
$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

$$\text{Max } 150X_1 + 100X_2 + 25X_3$$
$$\text{s.t}$$
$$5X_1 + X_2 = 500$$
$$X_2 - X_3 = 1000$$
$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 1500$$
$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

س١١: أدناه الحل الأمثل لإحدى مشاكل البرمجة الخطية:

		X_1	X_2	S_1	S_3	Bi
الحل الأساسي	Cj	7	9	0	0	
X_1 S_2	10 0	1 0	4 6	2 -7	0 1	160 200
Zj		10	40	20	0	
Cj-Zj		0	-10	-20	0	1600

المطلوب:

ما هو سعر الظل لـ (S_1) و(S_2) و(S_3).

ما هو الحد الأقصى الذي يمكن لمتخذ القرار أن يزيد الاستثمار في (S_2).

ما هو مدى الأمثلية لـ (X_3).

الفصل الرابع

أهمية اتخاذ القرار في العمليات الإدارية

واستراتيجيات القرارات في حالة عدم التأكد

عملية اتخاذ القرار

عزيزى الدارس، تعتبر عملية اتخاذ القرار جوهر العملية الادارية بشكل عام حيث يصب المدراء جل اهتمامهم عليها. ومع ذلك فإن هذه العملية ونتائج القرار المصاحب لها قد لا تتم كما هو مخطط ويقصد بعملية اتخاذ القرار مجموعة الخطوات التي يقوم بها متخذ القرار في الوصول إلى قراره، **وتعتبر الخطوات التالية من الخطوات الرئيسية في الوصول إلى القرار:**

تحديد المسألة التي تستلزم اتخاذ القرار.

تحديد الهدف ومعيار القبول للحل السليم.

جمع البيانات وتطوير البدائل.

تحليل ومقارنة البدائل.

تمرير البدائل في معاير التقييم واختيار البديل الأفضل.

تنفيذ البديل الأفضل (تنفيذ القرار).

مراقبة التنفيذ وتعديله إن لزم.

وفيما يلي تحليل لهذه الخطوات:

أولاً: تحديد المسألة التي تستلزم اتخاذ القرار.

وهنا يقوم متخذ القرار باستشعار المسألة التي تلزم اتخاذ القرار، والفشل في هذا الاستشعار يعني مرور المسألة والمشكلة دونما معرفة وبالتالي دونما معالجة.

أي اننا نواجه مشكلة ما ونقف حيالها مكتوفي الأيدي، ومن الأمثلة على هذه المسائل ما يلي:

مسألة أو مشكلة زيادة دوران العمل في المؤسسة.

مشكلة زيادة نسبة التالف في الانتاج.

مشكلة تراكم الصفوف (الطابور) على محطة محروقات.

مشكلة ازدحام الشاحنات التي تنقل المواد التموينية من الصوامع إلى تجار الجملة.

مشكلة تحديد أنواع وكميات الانتاج في مصنع للموبيليا.

ويبرز هنا تحد كبير في التمييز بين المشكلة وأعراضها. فالمشكلة شيء واعراضها شيء آخر تماماً. فمثلاً زيادة دوران العمل الواردة أعلاه ليست المشكلة وإنما اعراضها. أي أنها النتيجة التي تظهر جراء اسباب كامنة تؤدي إليها، فالحرارة التي تظهر على المريض مثلاً هي ليست المرض وإنما أعراضه. المصفوفة التالية توضح أهمية التفريق بين المسألة وأعراضها.

تشخيص المسألة / حل المسألة	تشخيص صحيح	تشخيص خاطئ
حل صحيح	هنا: تحديد المسألة بشكل سليم وتميزها عن أعراضها والملابسات الأخرى المرتبطة بها يساعد في ايجاد الحل الصحيح وهذا هو المطلوب	هنا:تشخيص خاطئ لماهية المسألة أو التباس المسألة واعراضها. وهنا يكون الحل الصحيح للمسألة الخطأ.
حل خاطئ	هنا: يتم تشخيص المسألة بشكل سليم ولكن الحل المنشود يكون غير صحيح. وهنا يكون الحل الخطأ للمسألة الصح.	هنا: يكون التشخيص للمسألة غير سليم والحل لهذا لتشخيص غير سليم. وهنا يكون خطأ فادح.

وعليه فإن الحال يجب أن ينصب على المسألة وليس على اعراضها.

ثانياً: تحديد الهدف ومعيار الحل السليم. ويقصد بهذا الاتفاق على تعريف النتيجة المرضية مثلاً زيادة الأرباح وتقليل التكاليف أو تقليل الزمن اللازم للانتاج أو زيادة عوائد الاستثمار أو الانتاجية أو الحصة السوقية ... الخ.

ثالثاً: جمع البيانات والمعلومات وتطوير البدائل. حيث يتم جمع البيانات من مصادرها المختلفة سواء كانت داخلية (من داخل المؤسسة) أم خارجية وسواء كانت بيانات خام أم معلومات معالجة. ويتم بعد ذلك تطوير بدائل الحل، أي بدائل اتخاذ القرار. وكلما زادت كمية البيانات والمعلومات وكلما كانت جودتها عالية، كلما ساعد ذلك في تطوير بدائل قرار متنوعة ومنطقية، وفي النهاية انجاز قرار أفضل.

رابعاً: تحليل ومقارنة وتقييم البدائل ويتم ذلك من خلال استخدام احدى الأدوات أو النماذج الرياضية والعلمية التي سيتم شرح مجموعة منها على مدار هذا المقرر.

خامساً: اختيار البديل الأمثل ويعتمد ذلك على الأهداف المتوخاة من اتخاذ القرار والمعايير التي استخدمت لتقييم البدائل.

سادساً: تنفيذ القرار ويعني ببساطة تنفيذ الافعال المضمنة في البديل الذي تم اختياره. ومن الأمثلة على ذلك قرار شراء آلة أمر اقرار قرض في بنك، اشهار سلعة جديدة أو قرار استخدام وقت اضافي.

وبطبيعة الحال إذا كان البديل الأمثل هو عدم القيام بأي شيء فهنا لا نحتاج إلى القيام بأي فعل.

سابعاً: ويتطلب اتخاذ القرار الجيد أن تتم مراقبة تنفيذ معطيات هذا القرار وإلا فليس هناك ضمانة على تنفيذ القرار حسب ما هو مطلوب.

ويجدر القول أنه لا يشترط أن تتم عملية اتخاذ القرار بنفس الترتيب الوارد أعلاه، وإنما بطرق متداخلة مع بعضها البعض أحياناً.

أسباب اتخاذ القرارات الخاطئة:

احياناً. وبالرغم من جهود المدراء، فإن ذلك قد يؤدي إلى الغموض في الظروف المحيطة بالقرار أو لقلة المعلومات اللازمة. ومع ذلك فإن هذه الحالات ليست كثيرة وفي الغالب يمكن وضع اليد على أسباب فشل القرار والأخطاء التي ارتكبت في عملية اتخاذ القرار.

ففي حالات عديدة يُغفِل متخذ القرار أهمية أحدى الخطوات السابقة أو يتجاوزها. وقد يعزى ذلك إلى الأسلوب الشخصي للمدير أو للسرعة المطلوبة في اتخاذ القرار، كما قد يعزى إلى كبرياء المدير، وغالباً ما يحصل ذلك لدى المدراء واسعي الخبرة. وهنا يقع المدراء تحت الاعتقاد أن قراراتهم لا تكون خاطئة، وإذا حصل ذلك فإن المدير العقلاني يعود إلى صوابه فوراً ليصحح المسار. وسبب آخر لهذه المشكلة قد يعزى إلى عدم اعتراف المدراء باخطائهم ويعود ذلك إلى أسباب تتعلق بديناميكية الجماعة وبيئة العمل وثقافة المؤسسة.

ومن الأسباب الأخرى الفلسفة التي يتبناها متخذ القرار فهناك من يتبع المدرسة العقلانية الكمية وآخر يتبع المدرسة السلوكية الإنسانية، كما أن متخذ القرار قد يسعى في قراره إلى البديل الأمثل أو قد يسعى إلى بديل يحقق حلاً وسطاً لإشباع متطلبات المعطيات المتناقضة.

صفات قرارات العمليات

ويقصد بالعمليات هنا مجموعة النشاطات التشغيلية التي تنفذها المؤسسة في عملها اليومي سواء كان ذلك في موضوع الانتاج أو الخدمات أو الإدارة الداخلية للمؤسسة. ومن صفات هذا النوع

من القرارات إنها تستخدم النماذج والطرق الكمية وتحليلات المبادلة وتحليل الحساسية ومدخل النظم ونشرح بعضها فيما يلي:

استخدام النماذج: (Use of Models)

النموذج هو تجريد للحقيقة ونعني بذلك أن النموذج هو صيغة مبسطة غير كاملة عن الحقيقة ويمثل جزئية يكون الهدف منها تسهيل الاستيعاب للمشكلة الحقيقية. فمثلاً السيارة اللعبة لدى الطفل تعتبر نموذجاً للسيارة الحقيقية بحيث تتشابه مكوناتها مع العديد من مكونات السيارة الحقيقية من حيث الشكل والتناسبية في الأبعاد والعجلات. وهنا يكون القصد من السيارة اللعبة تبسيط فهم السيارة الحقيقة لدى الطفل. ولكنها طبعاً لا تحتوي على محرك ولا تنقل الاشخاص ويقاس وزنها بالغرامات وليس بالاطنان. وهناك الرسمة التي ترسم على السبورة باستخدام الطباشير لتشكل نموذجاً لحالة من حالات الطبيعة كدوران القمر حول الأرض أو رسمة توضح قاعدة أرخميدس، ومن الأمثلة الأخرى على النماذج نفق الريح في المختبرات لمحاكاة انسيابية الطيران، والرسوم البيانية، والميزانية العمومية وقائمة الأرباح والخسائر في المحاسبة، ومن النماذج أيضاً النماذج الاحصائية الوصفية كالوسط والوسيط والمنوال والمدى والانحراف المعياري ومعادلات الانحدار.

ويمكن تقسيم النماذج إلى ثلاث عائلات رئيسية هي:

النماذج الحسية: وتكون عادة ثلاثية الابعاد كألعاب الأطفال ونماذج العمارات نماذج المصنعات المختلفة ونماذج الهيكل العظمي للإنسان في المختبرات.

النماذج الرسومية: وتكون ثنائية الأبعاد أي أنها تكون بصفة رسومات أو خرائط أو صور ... الخ، ومن حسنات هذا النوع من النماذج إنها بسيطة وقليلة التكاليف ويسهل انتاجها وتتمتع بدرجة عالية من الوضوح.

النماذج الرياضية: وهي عالية التجريد ويحتاج المرء إلى مهارات في استيعاب التجريد لكي يتعامل معها. ومن الأمثلة عليها المعادلات الرياضية المختلفة التي تمثل احدى حقائق الحياة مثل نموذج منحنى التوزيع الطبيعي ونموذج فيثاغورس ونموذج "داو جونز" لقياس أداء أسواق الأسهم.

ومن النماذج ما هو بسيط ومنها ما هو معقد ولكنها تتشابه في صفاتها في إنها أدوات لتسهيل الاستيعاب لعملية اتخاذ القرار وتبسيط ظواهر حياتية معقدة، ومن مسوغات استخدام النماذج

إنها تنتزع التفاصيل غير المهمة من المظاهر الحقيقية لتبقى فقط على ما يلزم لتحقيق الهدف مما يزيد من القدرة على فهم المسألة وبالتالي حلها، ونشير هنا إلى إننا سوف نستخدم فكرة النماذج بشكل متكرر في أرجاء الكتابة عامة **وهنا ندعوك إلى التفكير بأمثلة على نماذج مختلفة من الحياة العامة أو في المؤسسة التي تعرفها وتحديد**

الغرض من النموذج.

كيفية استخدامه.

كيفية استخلاص النتائج وتفسيرها.

ما هي الافتراضات التي تحددنا في تطبيق النماذج.

فيما يلي نسرد أهم حسنات النماذج:

إنها سهلة الاستخدام وقليلة التكاليف.

إنها تتطلب من مستخدمها معلومات مكممة وتحديد كمية المعلومات المطلوبة.

إنها تعتبر مدخلاً منظماً لحل المسائل.

إنها تساعد في زيادة الفهم للمسألة.

إنها تمكن المدير من الإجابة على الأسئلة التي تدور بذهنه من صيغة "ماذا لو" أو "إذا – فإن" "إذا – فإن – لأن".

إنها تساعد المستخدم في أن يكون واضحاً بالنسبة لأهدافه.

إنها أداة نسقية (متناسقة) للتقييم.

إنها تمكن المستخدم من استخدام الرياضيات في حل المسائل التي تواجهه بسهولة ومرونة ذهنية عالية.

إنها تعتبر شكلاً نمطياً من أشكال تحليل المسألة.

وبالرغم من هذه الفوائد فإن هناك بعض المحددات للنماذج نذكر منها:

إن الاعتماد على المنطق الكمي قد يكون مبالغاً فيه وعلى حساب المنطق اللا كمي في تعريف المسائل.

إنها تطبق بشكل خاطئ أو أن نتائجها لا تفسر بشكل صحيح. وهنا فإن استخدام النماذج على الحاسوب يزيد من هذه المخاطر وذلك لتعقيد هذه النماذج وبروز الميل لدى مستخدمها لقبول نتائج ليس لمصداقيتها وإنما لسرعة وسهولة الحصول عليها.

إن الاستخدام المفرط للنموذج قد يصاحبه اهمال بالظاهرة الحقيقية.

المداخل الكمية:(Quantitative Approaches)

يعتبر المداخل الكمية لحل المسائل محاولة للحصول على حل رياضي أمثل للمسائل الإدارة. فمثلاً تقوم البرمجة الخطية (والتي سيتم شرحها لاحقاً) والطرق الرياضية التابعة لها بمحاولة للحصول على توزيع أمثل للمصادر المتاحة. وتقوم نظرية الصفوف والتي وضعت في العشرينات لتسهيل أنظمة الاتصالات التلفونية تقوم بعملية التحليل المفيد للأوضاع المختلفة التي يتم فيها الاصطفاف في الطابور لتلقي الخدمات.

أما نماذج المخزون مثلاً فتستخدم في ضبط الكميات الداخلة والخارجة من المخازن وحساب تكاليف التخزين بحيث تكون أقل ما يمكن. تعتبر نماذج إدارة المشاريع مثل نموذج بيرت PERT (طريقة مراجعة وتقييم البرامج) ونموذج CPM (طريقة المسار الحرج) مهمتين لأغراض التخطيط والتنسيق والرقابة على تنفيذ المشاريع خاصة المعقدة منها، أما طرق التنبؤ الرياضي الاحصائي فقد اصبحت منتشرة في الآونة الأخيرة للتخفيف من الغموض لتخطيط المستقبل.

وأخيراً فإن النماذج الاحصائية المختلفة تستخدم في مجالات اتخاذ القرار حيثما يكون عنصر المخاطرة موجوداً. علماً بان انتشار مثل هذه النماذج قد ازداد في النصف الثاني من القرن العشرين بشكل متسارع وذلك نتيجة لتنفيذ حسابات هذه النماذج على الحاسوب الذي يتمتع بصفتي السرعة والدقة الفائقتين. ويجدر القول أن الحزم البرمجية الحديثة تقوم بتنفيذ نماذج الطرق الكمية المختلفة دونما حاجة من منفذها إلى الإلمام المتعمق بمهارة البرمجة وإنماء فقط تكفيه معلومات فنية بسيطة للتفاهم مع الجهاز.

تحليل المبادلة: (Trade – off Analysis)

تتخذ الكثير من القرارات الإدارية طابع المبادلة. فمثلاً عندما نريد أن نقرر كمية البضائع التي سنخزنها فإن المدير يأخذ بالاعتبار المفاضلة بين زيادة مستوى خدمة الزبائن من خلال زيادة كمية المخزون وبين كلفة التخزين نفسها والتي تزيد بزيادة المخزون.

وكمثال آخر فإن قياس فحص الجودة يفاضل حتماً بين مقدار القبول لنسبة من البضاعة التالفة مقابل تخفيضه في كلفة فحص الجودة، وأيضاً ففي قرار توزيع الاستثمار فإن المدير سوف يوازن بين احتمال الزيادة في نسبة الربح واحتمال الزيادة في المخاطرة الناتجة عن الاستثمار وتعتمد فلسفة اتخاذ مثل هذا النوع من القرارات على قبول الحلول الوسط بين البدائل.

تحليل الحساسية: (Sensitivity Analysis)

تتصف العديد من الطرق الكمية بمقدرة مستخدمها على تنفيذ تحليل الحساسية للحل النهائي، ويعني ذلك قدرة متخذ القرار على فحص مستوى حساسية الحل في ظل تغييرات تفرضها البيئة على مؤشرات انجاز الحل،

فعلى سبيل المثال افرض أن لدينا النموذجين التاليين:

الربح (هـ) = ٢س + ٤٠٠٠ ... ... أ

الربح (ب) = ٢س + ٤ ... ... ب

س = ٥

ولنفترض أن كمية (س) هي (٥) فإذا فرضنا أن المدير يريد الآن أن يعرف حساسية الربح في المعادلتين بالنسبة لتلك القيمة. فلو فرضنا أن المدير يعتقد أن القيمة الحقيقية لمعامل س هي أقرب إلى (١) بدلاً من (٢) فعندها وبتعويض (١) في المعادلة الأولى حيث يعطينا قيمة هـ = ٤٠٠٥، وبتعويض (٢) تكون قيمة هـ = ٤٠١٠، لاحظ إن الفرق في النتيجة بين المعادلتين قليل.

الآن لنرى ماذا يحصل لو طبقنا نفس المعطيات على المعادلة الثانية. فعند المعامل (١) تكون قيمة ب = ٩ وعند (٢) تكون قيمة ب = ١٤

وهنا نلاحظ أن الفرق النسبي بين ٩ و ١٤ اكبر منه بين ٤٠٠٥ و ٤٠١٠ كما في المعادلة (أ). في هذه الحالة نقول أن المعادلة (ب) أكثر حساسية للتغير من المعادلة (أ).

مدخل النظم: (Systems Approach)

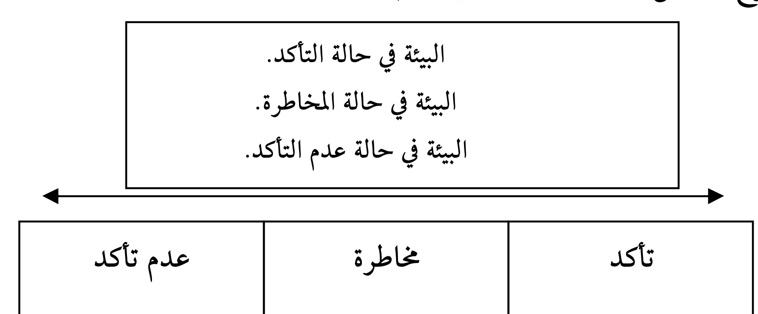
ينظر غالباً إلى نظرية النظم على إنها أداة مفيدة لتسهيل عملية اتخاذ القرار. ويعرف النظام بأنه مجموعة من الأجزاء المترابطة فيما بينها بشكل محدد وتعمل كوحدة واحدة لتحقيق هدف محدد ضمن إطار بيئي يتعامل معه ففي مؤسسات الأعمال ينظر للمؤسسة كنظام يتكون من أنظمة فرعية كالنظام المحاسبي والانتاج والتسويق وإدارة الأفراد بحيث تعمل هذه الأجزاء لتشكل في مجموعها وحدة نظامية واحدة هي المؤسسة.

ومدخل النظم يركز على العلاقة بين أجزاء النظام مع الاهتمام بشمولية وتمايز الأجزاء.

تحديد الأولوية: priority Determination

وهنا ينصب قرار المدير على تقييم الأفعال المختلفة وترتيبها حسب درجة أهميتها في تحقق الهدف. وإذا تمكن المدير من تحديد أولوياته بنجاح فإنه يستطيع تركيز جهوده بطريقة أفضل على التنفيذ وعلى سبيل المثال فإن الاهتمام بجودة السيارة يتطلب تحديد أولويات عناصر الجودة فمثلاً يكون للتأكد من جودة الفرامل أهمية أكبر من جودة الطلاء، وجودة العجلات ونظام التوازن أهم من نظام الصوت لما لذلك من تأثير مباشر على حياة المستخدم.

بيئة اتخاذ القرار يمكن تصنيف البيئة التي تتخذ فيها قرارات الأعمال حسب درجة التأكد. والتأكد أو عدمه يكون ناتجاً بالدرجة الأولى عن المستوى الذي تتوفر فيه المعلومات حول الموضوع. ويمكن أن نصنف هذه البيئات إلى:



البيئة في حالة التأكد:

وهنا تكون المعطيات والبيانات والمعلومات اللازمة لاتخاذ القرار متوفرة. فمثلاً عندما تتوفر معلومات الأسعار للشهر القادم أو كمية الطلب للأسبوع القادم ... الخ. فإن العنصر الاحتمالي في اتخاذ القرار يكون غير مهم في هذه الحالات.

البيئة في حالة المخاطرة:

وهنا تكون المعطيات أو البيانات أو المعلومات متوفرة ولكنها تخضع للتقييم الاحتمالي. فمثلاً نتوقع أن يكون الطلب للشهر القادم على البضائع ٢٠٠ وحدة باحتمال ٤٠ ٪ أو ٢٥٠ وحدة وباحتمال ٣٥ ٪. و ٣٠٠ وحدة، باحتمال ٢٥ ٪.

البيئة في حالة عدم التأكد:

وهنا لا تكون المعلومات الاحتمالية متوفرة وعندها نضطر إلى توقع المعطيات بنسب احتمال متساوية أي أن المعلومات غير متوفرة وكذلك احتمالاتها.

والمهم هنا أن نوع البيئة للقرار يحدد الطرق التي تستخدم في اتخاذه.

عناصر اتخاذ القرار:

تحدد نظرية اتخاذ القرار العناصر التالية لاتخاذ القرار:

مجموعة البدائل وهي الخيارات التي سيقوم متخذ القرار بانتقاء احدها.

مجموعة حالات الطبيعة: وهي الأمور التي ليس لمتخذ القرار سلطة عليها مثل حالة الاقتصاد الوطني أو حالة الطقس أو الوضع الأمني أو قرارات الحكومة.

مجموعة الاحتمالات: حيث تقوم بتقدير قيمة احتمال لكل حالة من حالات الطبيعية فمثلاً احتمال انتعاش الاقتصاد الوطني هو ٢٠٪ واحتمال ثبات حالته كما هي ٥٠٪ واحتمال الركود الاقتصادي هو ٣٠٪ (لاحظ مجموع الاحتمال = ١٠٠٪).

مجموعة النتائج: وهي التأثير الربحي المصاحب لكل واحد من هذه البدائل مقروناً مع كل حالة في حالات الطبيعة.

مثال (١): إليك المثال التالي الذي يوضح هذا المدخل :

يرغب مدير لشركة في تقييم ثلاثة بدائل للتوسع في نشاطاته الانتاجية. وهذه البدائل هي بناء مصنع صغير أو متوسط أو كبير. ويواجه هذا القرار توقع ارتفاع الطلب أو ثباته أو انخفاضه. علماً بأن احتمال ارتفاع الطلب هو ٤٠٪ وثباته ٣٥٪ وانخفاضه ٢٥٪. وقد قدر المدير نتائج البدائل مقرونة مع حالات الطبيعة كما في الجدول التالي:

ب = البديل، ط = حالة الطبيعة، ن = النتيجة، ح = الاحتمال

حالات الطبيعة البدائل	ارتفاع الطلب ط١	ثبات الطلب ط٢	انخفاض الطلب ط٣	
البديل الأول ب ١ البديل الثاني ب٢ البديل الثالث ب٣	ن١١ = ١٠٠ د ن١٢ = ٢٠٠ ن١٣ = ٣٠٠	ن٢١ = ١٩٠ ن٢٢ = ١٠٠ ن٢٣ = ٨٠	ن٣١ = ٧٠ ن٣٢ = ٩٠ ن٣٣ = ١١٠	ب١ = مصنع صغير ب٢= مصنع وسط ب٣= مصنع كبير
احتمالات حالات الطبيعة	ح١ = ٠,٤٠	ح٢ = ٠,٣٥	ح٣= ٠,٢٥	١٠٠٪

شكل (١-١) مصفوفة القرار

وباستخدام هذا المثال سوف نشرح الآن الطرق السابقة لاتخاذ القرار الأمثل:

أ. اتخاذ القرار في حالة التأكد

إذا كان اتخاذ القرار يتم في حالة التأكد فهذا يعني أن عنصر الاحتمال مهمل. فإذا كنا متأكدين بأن الطلب سوف يرتفع في الفترة القادمة فمن الواضح أن احسن اختيار أو بديل هو بناء مصنع كبير لأن الربح المتوقع هو ٣٠٠ د لاحظ إنه تم اهمال حالات الطبيعة ط١، ط٢، و ط٣ بسبب هذا التأكد.

ب. اتخاذ القرار في حالة الغموض:

وهنا لا يكون لدينا أي فكرة عن احتمال حالات الطبيعة، وعليه فإننا نقوم بتقييم البدائل المختلفة مع حالات الطبيعة دون النظر إلى قيم الاحتمال. وفي هذه الحالة يمكن أن نختار إحدى المعايير التالية للوصول إلى القرار.

معيار التشاؤم (أفضل الأسوأ) وهنا نحدد أسوأ نتيجة لكل بديل و نختار احسنها. ففي المثال أعلاه نقوم بحساب معيار التشاؤم كالتالي:

أسوأ نتيجة

ب١ ٧٠

ب٢ ٩٠ ⟹ *افضل الأسوأ (مصنع وسط)

ب٣ ٨٠

معيار التفاؤل (أفضل الأفضل) وهنا نحدد أحسن نتيجة لكل بديل ونختار أحسنها. هل تستطيع أن تعرف النتيجة. إنها (٣٠٠) أي (مصنع كبير).

معيار لابلاس Laplace وهنا نحسب الوسط الحسابي للعوائد (للنتائج) لكل بديل ونختار أفضلها.

كما يلي:

متوسط النتائج (ب١) = $\frac{70 + 190 + 100}{3} = 120$

متوسط النتائج (ب٢) = $\frac{90 + 100 + 200}{3} = 130$

متوسط النتائج (ب٣) = $\frac{110 + 80 + 300}{3} = 163.30$

البديل الأفضل (مصنع كبير)

معيار الندم: وهنا نقوم بطرح قيم كل عمود في الشكل (١-١) من أعلى قيمة في العمود وذلك لمعرفة مقدار الندم الناتج عن عدم اختيار البديل الأفضل لكل عمود

بعد ذلك نقوم باختيار البديل الذي يصاحبه أقل قيمة ندم، كالتالي:

الشكل (١-٢)

	ط١	ط٢	ط٣	اكبر ندم لكل بديل
ب١	٣٠٠ – ١٠٠ = ٢٠٠	١٩٠ – ١٩٠ =٠	١١٠ – ٧٠ = ٤٠	٣٠٠
ب٢	٣٠٠ – ٢٠٠ = ١٠٠	١٩٠ – ١٠٠ = ٩٠	١١٠ – ٩٠ = ٢٠	١٠٠ اقل ندم (مصنع وسط)
ب٣	٣٠٠ – ٣٠٠ = ٠	١٩٠ – ٨٠ = ١١٠	١١٠ – ١١٠ = ٠	١١٠

وهكذا يمكن ملاحظة أن الطريقة التي نتبناها لاتخاذ القرار تحدد النتيجة أو البديل الأفضل.

ج-اتخاذ القرار في حالة المخاطرة (القرار المبني على الاحتمال).

في هذه الحالة يكون القرار مبنياً على الاحتمالات لحالات الطبيعة. وأهم الطرق المستخدمة في الحالات التي يكون الاحتمال أحد عناصرها هي طريقة القيمة المتوقعة قم [Expected Value] حيث تُعَّرف القيمة المتوقعة بأنها مجموعة حاصل ضرب النتائج باحتمالاتها.

$$\text{قم} = \sum_{1}^{\text{ن}} \text{ن} \times \text{ح}_{\text{ر}} \qquad \text{حيث ر} = 1، 2، \ldots\ldots\ldots، \text{ن}.$$

وفي المثال السابق فإن القيم المتوقعة للبدائل يمكن حسابها كالتالي:

القيمة المتوقعة للبديل الأول

قم (ب١) = (١٠٠ × ٠,٤) + (١٩٠ × ٠,٣٥) + (٧٠ × ٠,٢٥) = ١٢٤

قم (ب٢) = (٢٠٠ × ٠,٤) + (١٠٠ × ٠,٣٥) + (٩٠ × ٠,٢٥) = ١٣٧,٥

قم (ب٣) = (٣٠٠ × ٠,٤) + (٨٠ × ٠,٣٥) + (١١٠ × ٠,٢٥) = ١٧٥,٥

(قم) :	تعني القيمة المتوقعة

والنتيجة هنا تكون أكثر موضوعية لأنها تعتمد على تقييم النتائج بناءً على درجة احتمالها.

شجرة القرار: Decision Tree

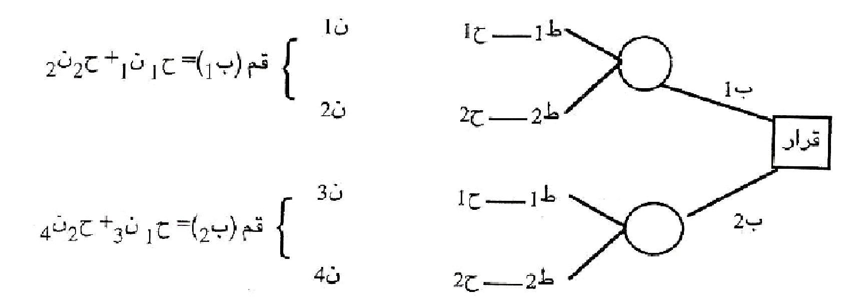
الأداة السابقة للمساعدة في اتخاذ القرار تسمى مصفوفة القرار. ما سيتم شرحه هنا فهو شجرة القرار. وشجرة القرار هي تمثيل (عناصر) القرار من شأنها تبسيط عملية الفهم للمسألة والتعامل معها. ويجدر القول أن شجرة القرار تتعامل مع نفس عناصر القرار الواردة في مصفوفة القرار وهي البدائل والنتائج وحالات الطبيعة والاحتمالات ولكنه بطريقة عرض مختلفة ومن رموز شجرة القرار ما يلي:

نقطة القرار □: النقطة التي تتخذ عندها القرار.

نقطة الوصل○ : النقطة التي ينبثق منها حالة الطبيعة مع الاحتمال.

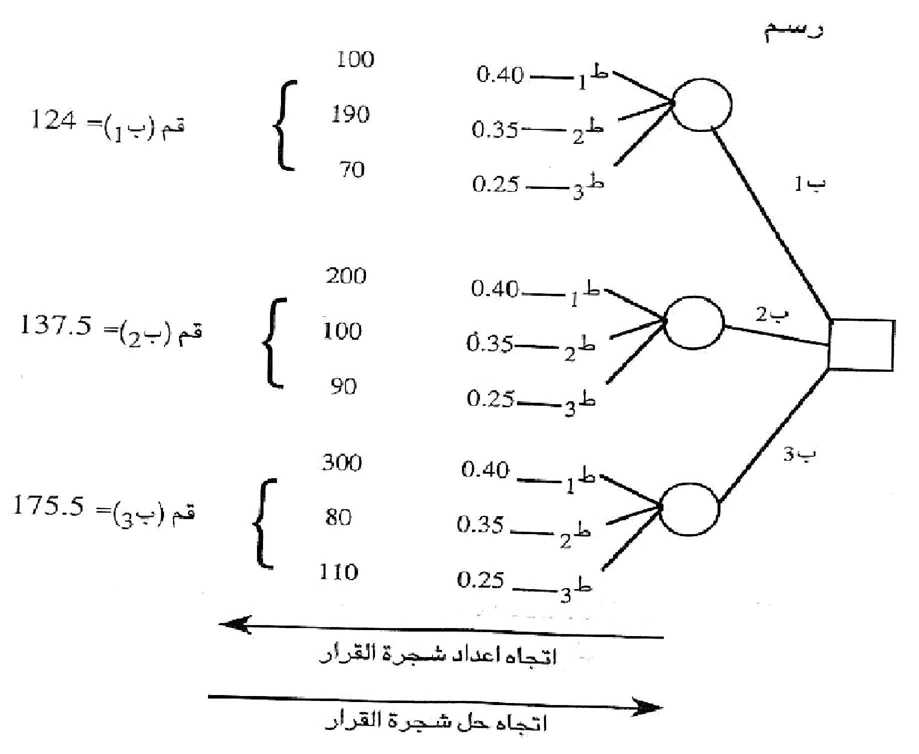
شكل رقم (١)

توضيح شجرة القرار



فيما يلي حل المثال السابق (مثال رقم ١) باستخدام شجرة القرار.

شكل رقم (٢)



نظرية بيز وشجرة القرار Bay's Theory and Decision Tree

أخر أدوات اتخاذ القرار التي نعرضها في هذا الفصل هي نظرية بيز، وهي نظرية تعتمد على فكرة الاحتمال المشروط أو الاحتمال المسبوقة معرفته. وتستخدم هذه الأداة في اتخاذ القرارات تحت طائلة المخاطرة الاحتمالية.

الاحتمال المشروط (الاحتمال المخفّض) وهو الاقتران الاحتمالي الذي تختلف قيمته حسب المعلومات المتوفرة.

فيما يلي توضيح لهذه الأداة:

مثال (٢): لنفرض أن الغرفة الصفية تحتوي على ١٠٠ طالب منهم ٤٠ طالبة والباقي طلاباً.

افرض أيضاً أن من بين الطلاب (ذكوراً أو اناثاً) هناك ٣٠ منهم بمستوى سنة ثانية، و٤٥ سنة ثالثة والباقي سنة رابعة. افرض أن الطالبات في السنة الثانية عددهن ١٥ طالبة وفي الثالثة ٢٠ طالبة.

في هذه الحالة فإن احتمال اختيار طالبة من الصف هو:

ح (ط) = ٤٠ = ٤٠ = ٤ , ٠

١٠٠

احتمال اختيار طالب من الصف هو:

ح (طَ) = ١٠٠ – ٤٠ = ٦٠ = ٦ , ٠

١٠٠ ١٠٠

ملحوظة

ط = طالبة

طَ = طالب

والآن لنسأل السؤال التالي:

ما هو احتمال اختيار طالبة من الصف علماً بأن الشخص المختار هو سنة ثانية

بنفس الترتيب فإن التعبير الرياضي لاختيار طالبة من الصف علماً بأن الشخص المختار هو سنة رابعة يكتب:

لاحظ أن ح (ط) = ٤ , ٠ وأن ح (طَ) = ٦ , ٠ ويقرأ احتمال متتمة ط

لاحظ أن ح (ط/ ٢) = ١٥ = ٥ , ٠ ويقرأ احتمال اختيار طالبة علماً بأنها سنة ثانية

دعنا نوضح ذلك من خلال المصفوفة التالية المستنبطة من المثال أعلاه

الجنس السنة	طالب (طَ)	طالبة (ط)	
ثانية	١٥	١٥	٣٠
ثالثة	٢٥	٢٠	٤٥
رابعة	٢٠	٥	٢٥
	٦٠	٤٠	١٠٠

(طَ/ ٢)

والآن لنقم بحساب الاحتمالات التالية:

ح (ط) = ؟ ح (ط/ ٢) = ؟ ح (٢/ ط) = ؟

ح (طَ) = ؟ ح (طَ/ ٣) = ؟ ح (٢/ طَ) = ؟

ح (٢) = ؟ ح (ط/ ٤) = ؟ ح (٣/ ط) = ؟

ح (٣) = ؟ ح (طَ/ ٢) = ؟ ح (٤/ ط) ؟

ح (٤) = ؟ ح (طَ/ ٣) = ؟ ح (٤/ طَ) = ؟

الرموز في حساب الاحتمالات هي :

ح (٢) السنة الثانية

ح (٣) السنة الثالثة

ح (٤) السنة الربعة

مطاليب العمود الأول

بالنسبة للمطاليب في العمود الأول فإننا نقوم بتحديد عدد الطلبة المطلوبين في كل سؤال ومن ثم قسمة ذلك على عدد الطلبة الإجمالي في الصف وهو (١٠٠) وعندها نحصل على النتيجة، وهي كما يلي حسب الترتيب الوارد:

$$\frac{40}{100}، \frac{60}{100}، \frac{30}{100}، \frac{45}{100}، \frac{25}{100}$$

مطاليب العمود الثاني:

المطلوب الأول هو عدد الطالبات من مستوى السنة الثانية مقسوماً على عدد الطلاب والطالبات من مستوى السنة الثانية.

عدد طالبات السنة الثانية

عدد طالبات السنة الثانية + عدد طلاب السنة الثانية

$$= \frac{15}{30} = 0.5$$

لاحظ أن المقام ليس إجمالي المجتمع وهو (١٠٠) وإنما المجتمع المنخفض وهو مجتمع السنة الثانية حسبما هو مطلوب.

وعليه فإن نتائج العمود الثاني هي كالتالي:

$$\frac{25}{5 + 20\ 20 - 25} \quad \frac{15}{15 - 15} \quad \frac{5}{20 - 5\ 25 + 20} \quad \frac{20}{15 + 15} \quad \frac{15}{20}$$

مطاليب العمود الثالث:

هنا المطلوب الأول هو حول احتمال طلبة السنة الثانية من بين الطالبات الإناث ح(٢/ ط) ويتم حسابه بقسم عدد طالبات السنة الثانية على عدد الطالبات الإناث.

عدد طالبات السنة الثانية = ١٥

عدد الطالبات = ٤٠

المطلوب الثاني في العمود الثالث ح(٢/ طَ) هو احتمال اختيار أحد الطلبة من مستوى السنة الثانية علماً بأنه ليس طالبة (أي أنه طالب)

ويحسب كالتالي:

عدد طلبة السنة الثانية الذكور = ١٥

عدد الطلاب الذكور = ٦٠

وعليه فإن قيم الاحتمال الثالث تحسب كالتالي:

$\frac{15}{40}$ ، $\frac{15}{60}$ ، $\frac{20}{40}$ ، $\frac{25}{60}$ ، $\frac{5}{40}$ ، $\frac{20}{60}$

نظرية بيز واتخاذ القرارات:

إذا قمت بمتابعة حساب الأرقام في المثال (٢) لأدركت أنه يمكن حسابها جميعاً من خلال الشكل الأول لنظرية بيز وهو:

ح(أ/ ب) = $\frac{\text{ح (أ} \cap \text{ب)}}{\text{ح (ب)}}$

أي أن احتمال الحدث (أ) علماً بأن الحدث (ب) قد حصل هو احتمال تقاطع الحدثين معاً مقسوماً على احتمال الحدث (ب). والآن هل يمكنك تطبيق هذا الشكل من نظرية بيز على كل مطاليب الأعمدة الثلاثة في المثال (٢)؟

إذا كان جوابك نعم فبالتأكيد سوف تحصل على نفس النتيجة التي قمنا بحسابها. وللفائدة فإنه يمكن ابراز المثال (٢) في صيغة شجرة قرار كالتالي:

م(ط)

ت

ح(2/ط)= $\frac{15}{40}$ ح(2 ∩ ط)= $\frac{40}{100} \times \frac{15}{40} = 0.15$

ح(3/ط)= $\frac{20}{40}$ ح(3 ∩ ط)= $\frac{40}{100} \times \frac{20}{40} = 0.20$

ح(4/ط)= $\frac{5}{40}$ ح(4 ∩ ط)= $\frac{40}{100} \times \frac{5}{40} = 0.5$

ت م(ط) $\frac{60}{100}$

ح(2/طَ)= $\frac{15}{60}$ ح(طَ ∩ 2)= $\frac{60}{100} \times \frac{15}{60} = 0.15$

ح(3/طَ)= $\frac{25}{60}$ ح(طَ ∩ 3)= $\frac{60}{100} \times \frac{25}{60} = 0.25$

ح(4/طَ)= $\frac{20}{60}$ ح(طَ ∩ 4)= $\frac{60}{100} \times \frac{20}{60} = 0.20$

%100

أما بالنسبة لاتحاد الحوادث فتعالج حسب القاعدة التالية:

ح (أ ب) = ح(أ) + ح(ب) – ح(أ ب)

وعليه فإن:

ح (ط (٢)) = ح(ط) + ح(٢) – ح(أ (٢)) = $\frac{20}{50} + \frac{15}{50} - \frac{5}{50} = \frac{30}{50}$

ح (ط (٤)) = ح(ط) + ح(٤) – ح (أ (٤)) = $\frac{20}{50} + \frac{10}{50} - \frac{5}{50} = \frac{25}{50}$

ح (طَ (٣)) = ح(طَ) + ح(٣) – ح(أ (٣)) = $\frac{60}{50} + \frac{25}{50} - \frac{15}{50} = \frac{40}{50}$

ح (طَ (٤)) = ح(طَ) + ح(١) – ح (أ (٤)) = $\frac{30}{50} + \frac{10}{50} - \frac{5}{50} = \frac{35}{50}$

هل يمكنك حساب المطاليب التالية:

ح (ط (٣)) = ؟

ح (طَ (٢)) = ؟

ح (٢) طَ) = ؟

بالرجوع إلى الجدول السابق نريد أن نحسب احتمال انتقاء أحد الطلبة الذكور من الصف علماً بأن (بشرط أن) هذا الطالب هو سنة ثانية. يمكن كتابة الشكل الرياضي لهذا المطلوب كالتالي:

ح (طَ/ (٢)) وتقرأ: احتمال انتقاء طالب ذكر علماً بأن سنة ثانية.

لاحظ أن المعلومة الإضافية (أن الطالب في السنة الثانية) تسمح لنا أن نسقط التفكير بطلبة السنة الثالثة وطلبة السنة الرابعة حيث أنه معلوم أن الطالب المنتقى هو من طلبة السنة الثانية. أي أن الفراغ العيني ينخفض من (١٠٠) وهم طلبة السنوات الثانية والثالثة والرابعة إلى (٣٠) وهم طلبة السنة الثانية فقط.

وهنا يمكن حساب ح (طَ:٢)) كالتالي:

ح(طَ/ (٢)) = فراغ التجربة = ١٥ طلاب ذكور من السنة الثانية

الفراغ العيني ٣٠ طالب وطالبة من السنة الثانية

نظرية بيز (الشكل الأول):

الشكل الأول لنظرية بيز يعالج الاحتمال المشروط إذا توفرت معلومات عن تقاطع الحوادث.

فمثلاً يمكن حساب احتمال انتقاء طالب ذكر علماً بان سنة ثانية يكون كالتالي:

ح(ط/ (٢)) = ح(طَ ١٥ = ٥ (نفس الإجابة السابقة)

ح ٣٠ ٣٥ ١٠٠

وهذا يعني أن احتمال الحدث (ط) بشرط حدوث الحدث (٢) يساوي احتمال تقاطع الحدثين مقسوماً على الحدث الشرطي (٢).

بنفس الطريقة قم بحساب المطاليب التالية:

ح(ط/ (٤)) = ؟

ح(طَ/ (٤)) = ؟

ح((٤)/ ط) = ؟

ح(٣/ طَ) = ؟

بشكل عام فإن الشكل الأول لنظرية بيز هو:

ح(أ/ ب) = ١ – ح(أ/ ب)

في المثال السابق ح(ط/ (٢)) = ١ – ح(طَ/ (٢))

نظرية بيز (الشكل الثاني):

يعالج الشكل الثاني لنظرية بيز الاحتمال المشروط في حالة عدم توفر معلومات عن تقاطع الاحتمالات وإنما توفر معلومات عن احتمال مشروط آخر.

وبشكل عام فإن الشكل الثاني لنظرية بيز هو:

ح(أ/ ب) =	ح(ب/ أ) ح(أ) / [ح(ب/ أ).ح(أ)] + [ح(ب/ أَ).ح(أَ)]

لاحظ أن هذا الشكل لا يتضمن أي حدود تحتوي على احتمال متقاطع وإنما فقط على حدود من الاحتمالات المشروطة. وللتوضيح نقوم بتطبيق هذا الشكل في المثال السابق.

ح(ط/ (٢)) =

ح((٢)/ ط).ح(ط)

[ح((٢)/ ط)ح(ط)] + [ح((٢)/ طَ).ح(طَ)]

$$\frac{15}{40} \times \frac{40}{100} = \frac{15}{100} = 0.15$$

$$ى \quad \frac{15}{40} \times \frac{40}{100} + \frac{15}{60} \times \frac{60}{100} = \frac{30}{100}$$

والآن هل يمكنك حل ح(ط/ (٤)) و ح((٣)/ طَ) باستخدام الشكل الثاني لنظرية بيز؟

(مثال ٤): يكسب أحد مكاتب المحاماة المشهورة (٩٠٪) من القضايا التي يكلف بالدفاع عنها من قبل الزبائن. ويتوفر لدى المكتب نوعين من المحامين (الأساتذة والجدد). يكسب الأساتذة في المتوسط (٩٥٪) من قضاياهم بينما يكسب الجدد (٨٠٪) من القضايا التي توكل إليهم. يقوم المحامون الجدد بالدفاع عن (٧٠٪) من القضايا بينما يقوم الاساتذة بالدفاع عن (٣٠٪) من القضايا.

اختيرت إحدى القضايا التي تم كسبها حديثاً. احسب احتمال أن يكون المحامي الذي كسبها من الاساتذة.

الحل:

يمكن استنباط الاحتمالات التالي من النص أعلاه:

ح(ك) = احتمال كسب القضية = ٠,٩

ح(أ) = احتمال أن يكون المحامي استاذاً = ٠,٣

ح(أ) = احتمال أن يكون المحامي جديداً = ٠,٧

ح(ك/ أ) = احتمال كسب القضية من قبل الاساتذة = ٠,٩٥

ح(ك/ أ) = احتمال كسب القضية من قبل الجدد = ٠,٨٠

المطلوب: ح(أ/ ك) = ؟

حسب الشكل الثاني لنظرية بيز فإن المطلوب هو:

= ح(ك/ أ). ح(أ) / [ح(ك/ أ) ح(أ)] + [ح(ك/ أ). ح(أ)]

$$= \frac{0.3 \times 0.95}{[0.7 \times 0.8] + [0.3 \times 0.95]} = \frac{0.285}{(0.59) + (0.285)} = \frac{0.285}{0.845} = 0.337$$

أي أن احتمال أن تكون القضية قد نفذها أحد الاساتذة علماً بأنها قضية كاسبة هو حوالي (٣٤٪).

والآ، ما هو احتمال أن تكون هذه القضية قد كسبها أحد المحامين الجدد؟

يمكن الحصول على الإجابة بطريقتين: نظرية بيز وطريقة المكملة الاحتمالية

الطريقة الأولى: طريقة بيز

ح (أ/ ك) = ح(ك/ أ). ح(أ) / [ح(ك/ أ) ح(أ)] + [ح(ك/ أ). ح(أ)]

لاحظ أن ح(أ)َ= ح(أ)

ح(أ/ ك)

$$= \frac{0.7 \times 0.8}{[0.3 \times 0.95] + [0.7 \times 0.8]} = \frac{0.56}{(0.285) + (0.56)}$$

$$= \frac{0.56}{0.845} = 0.663$$

الطريقة الثانية: طريقة المكملة الاحتمالية:

ح(أ/ ك) = ١- ح(أ/ ك)

ح(أ/ ك) = ٠,٣٣٧ من الجزء الأول من هذا المثال أعلاه

ح(أ/ ك) – ١ – ٠,٣٤ = ٠,٦٦

وفي الختام نقول أن نظرية بيز تستخدم كأداة لاتخاذ القرار في العديد من مجالات الانتاج والعمليات والتخطيط وغيرها من نشاطات المدير التي يتخذ فيها قرارات تعتمد على معلومات احتمالية.

استراتيجيات القرارات في حالة عدم التأكد

Decision Strategies under Uncertainty

عزيزى الدارس،

يلعب القرار الجيد دوراً هاماً في حياة أي منظمة أعمال. وللوصول إلى مثل هذا القرار فعلى متخذ القرار أن يتعلم كيف يستخدم نظرية القرارات وتقنياتها.

تعرف نظرية القرارات بكونها مدخل نظامي – تحليلي في صناعة القرار. لذا فإن الفصل الحالي يغطي جميع أو أغلب النماذج الرياضية التي تعتبر ذات فائدة في مساعدة متخذ القرار لاتخاذ قرارات جيدة.

ويعرف القرار الجيد بأنه ذلك البديل الذي تم اختياره من بين مجموعة بدائل اعتماداً على المنطق والأخذ بنظر الاعتبار جميع ما هو متاح من معلومات تتعلق بالبدائل الممكنة، كما يستخدم القرار الجيد الأساليب الكمية في المفاضلة بين بدائله للوصول إلى البديل الأفضل.

تتعدد استخدامات وتطبيقات نظرية القرارات في حقل العلوم الإدارية ومن هذه الاستخدامات، على سبيل المثال لا الحصر، الآتي:

تقرير عدد الوحدات التي تصنع من منتوج معين.

تحديد فيما إذا كان من الأفضل توسيع الطاقات الإنتاجية لمصنع قائم.

اختيار المشروع الأكثر ربحية.

اختيار افضل وسائل الإعلان عن المنتوج.

اختيار وظيفة من بين وظائف بديلة تتوفر للفرد.

ولمعرفة كيفية استخدام نظرية القرارات في العلوم الإدارية فستتم مناقشتها في ضوء مجموعة من المحاور التي يعتقد بأنها تمكن الطالب والمستخدم بإجابة الأسئلة الآتية:

ما هي خطوات نظرية القرار؟

كيف تستخدم في حالة عدم التأكد؟

كيف تجري المفاضلة بين تقنياتها؟

ما هي أهم مجالاتها التطبيقية ؟

خطوات نظرية القرارات

تتعدد القرارات من حيث مواضعها، ويبحث متخذ القرار عن خطوات لكي يتمكن بواسطتها الوصول إلى القرار الجيد. لذا وبغض النظر عن طبيعة القرار وموضوعه

فإن متخذ القرار يمكن أن يتبع خطوات متماثلة تتمثل بالآتي:

التعريف الدقيق والواضح للمشكلة.

عرض جميع بدائل الحل الممكنة.

تحديد العوائد المترتبة لكل بديل.

عرض الأرباح لكل توليفة من البدائل في جدول القرار.

اختيار احد النماذج الرياضية الخاصة بنظرية القرار.

تطبيق النموذج واتخاذ القرار.

دراسة حالة :

لتوضيح الخطوات أعلاه فسوف يتم استخدام مثال شركة احمد للصناعات البلاستيكية.

الخطوة الأولى:

يريد أحمد أن يحدد فيما إذا كان بديل توسيع خط الإنتاج عن طريق تصنيع وتسويق منتوج جديد (حاويات حليب) قرار مربح أم لا.

الخطوة الثانية:

لكي يكون البديل سليم من ناحية الاختيار فعلى أحمد أن يحدد جميع البدائل الممكنة (يعرف البديل بكونه فعل أو مجموعة أفعال أو استراتيجية يتم اختيارها من قبل متخذ القرار). في هذه الحالة تتوفر لدى أحمد البدائل الآتية:

بناء مصنع جديد وبطاقات انتاجية عالية لتصنيع المنتوج الجديد.

بناء مصنع صغير لتصنيع المنتوج الجديد.

الاستغناء عن الفكرة نهائياً.

يوصى في حالة استهداف القرارات الكفوءة عدم ترك أي بديل متاح وذلك لأن توفر المعلومات عن البديل تجعله مهماً في الوقت الذي لم يكن كذلك قبل توفر المعلومات.

الخطوة الثالثة:

قرر أحمد بأن هنالك حدثين محتملين هما:

أن يكون السوق للمنتوج الجديد جيداً (طلب عالي).

أن يكون السوق غير جيد (طلب منخفض).

تسمى الأحداث (١) و (٢) بالحالات البيئية المحتملة والتي يمكن أن توصف بحسب طبيعة الحالة، فإذا كانت الحالة تتعلق بالطلب فيمكن توقع حالات الطلب المختلفة (مرتفع، وسط، منخفض) مثلاً، وعندما يكون الكلام والحالة عن الجو فيمكن توقع حالات الجو المختلفة (حار، معتدل، بارد).

وفي الغالب يميل متخذي القرارات ذوي الاتجاه التفاؤلي إلى أهمال الحالات البيئية السلبية والعوائد السلبية، بينما يميل متخذي القرارات من ذوي الاتجاه التشاؤمي الابتعاد عن الحالات البيئية الايجابية وما يرافقها من عوائد متوقعة.

الخطوة الرابعة:

يتمكن أحمد خلال هذه الخطوة من تقدير الأرباح لكل بديل وفي ضوء كل حالة بيئية محتملة، ففي حالة السوق الجيد يفكر أحمد بأن بناء المصنع الكبير والجديد يولد أرباحاً صافية تبلغ (٢٠٠,٠٠٠) دولار (يسمى الربح في هذه الحالة بالقيمة الشرطية). لذا فإن القيمة الشرطية في حالة السوق غير الجيد يمكن أن تكون خسارة بمبلغ (١٨٠,٠٠٠) دولار، وفي حال بناء المصنع الصغير فإن الأرباح المتحققة المتوقعة في حالة جودة السوق هي (١٠٠,٠٠٠) دولار، ويتوقع أحمد بأنه سيخسر مبلغ (٢٠,٠٠٠) دولار في حالة كون السوق غير جيد. وفي الحالة الأخيرة التي تتمثل بالاستغناء عن فكرة بناء المصنع كبيراً كان أم صغيراً فمن المؤكد بأن أحمد سوف لن يربح أو يخسر شيئاً.

إن من أبسط الطرق لعرض هذه القيم هي تصميم جدول يسمى بجدول القرار Decision Table والذي يتكون من البدائل في العمود (المحور العمودي) والحالات البيئية في الصف (المحور الأفقي). وكما معروض في الجدول (١).

جدول (١)

جداول القرار لشركة أحمد للصناعات البلاستيكية

الحالات البيئية

البدائل	سوق جيدة (طلب عالي)	سوق غير جيدة (طلب منخفض)
١. بناء مصنع كبير	٢٠٠,٠٠٠	– ١٨٠,٠٠٠
٢. بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠	– ٢٠,٠٠٠
٣. الاستغناءعن الفكرة	٠	٠

ملاحظة: الأرقام داخل الجدول بالدولارت والآلاف.

الخطوات الخامسة والسادسة:

على أحمد أن يختار نموذج القرار المناسب لهذه الحالة والذي يعتمد عادة على نوع البيئة التي تتعامل معها الشركة (درجة استقرارها) ومستوى عدم التأكد والمخاطرة التي يواجهها أحمد. ولكون الافتراض في هذه الحالة بأن أحمد يواجه قرار في حالة عدم تأكد فعليه أن يختار استراتيجية قراره مما متوفر في المحور الثاني من هذه الوحده.

استراتيجيات قرارات عدم التأكد

أشير في الفصل الأول من هذا الكتاب بأن قرار عدم التأكد هو الفعل الذي لا تعرف أحداثه ولا يمكن توقع نتائجه. لذا يمكن لأحمد أن يستخدم أحد الاستراتيجيات الآتية:

١.	استراتيجية الأقصى – الأقصى	Maximax- Maximax Strategy
٢.	استراتيجية الأقصى – الأدنى	Maximin- Minimum Strategy
٣.	استراتيجية البدائل متساوية الاحتمال	Equally Likely
٤.	استراتيجية معيار الرشد	Creiterion of Realism Strategy
٥.	استراتيجية الحد الأدنى من الندم	Minimum Regret Strategy
٦.	استراتيجية ليبلاس	Leplace Strategy

يمكن الاعتاد على جدول القرارات في حساب نتائج الاستراتيجيات (١) و (٢) و(٣) و (٤) و (٥)، بينما تحتاج الاستراتيجية (٦) إلى استخدام جداول الفرص الضائعة.

في أدناه وصف وتطبيق للاستراتيجيات أعلاه.

استراتيجية الأقصى – الأقصى

تسمى بالاستراتيجية التفاؤلية وذلك لاعتمادها على تقرير أقصى العوائد لكل بديل ثم اختيار البديل الذي يتضمن اقصى – اقصى العوائد.

ويمكن تنفيذ الاستراتيجية على النحو التالي:

يحدد العائد الأقصى وتحت كل الحالات البيئية لكل بديل.

يتم اختيار البديل الذي يتضمن اقصى العوائد من اقصاها.

الجدول (٢) يعرض كيفية تنفيذ هذه الاستراتيجية.

الجدول (٢)

البدائل	سوق جيدة (طلب عالي)	سوق غير جيدة (طلب منخفض)	الاقصى لكل بديل
بناء مصنع كبير وجديد	٢٠٠,٠٠٠	- ١٨٠,٠٠٠ -	٢٠٠,٠٠٠
بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠	- ٢٠,٠٠٠ -	١٠٠,٠٠٠
الغاء فكرة المنتوج الجديد	٠	٠	٠

اعتماداً على هذه الاستراتيجية فإن البديل (١) يبدو المفضل وذلك لكونه يتضمن أعلى العوائد (٢٠٠٠٠٠) دولار، أي أن القرار هو بناء مصنع جديد وكبير لانتاج وتسويق المنتوج الجديد.

استراتيجية الاقصى – الأدنى

تدعى هذه الاستراتيجية باستراتيجية تعظيم أدنى العوائد وتنفذ من خلال ما يأتي:

تحديد أدنى العوائد لكل بديل وفي كل الحالات البيئية.

اختيار البديل الذي يتضمن أعلى العوائد من بين البدائل المرشحة في أ.

يعرض الجدول (٣) كيفية تنفيذ هذه الاستراتيجية رياضياً.

الجدول (٣)

استراتيجية الاقصى – الأدنى لشركة أحمد

الحالات البيئية والعوائد

البدائل	سوق جيدة (طلب عالي)	سوق غير جيدة (طلب منخفض)	الاقصى لكل بديل
بناء مصنع كبير وجديد	٢٠٠,٠٠٠	١٨٠,٠٠٠ -	٢٠٠,٠٠٠
بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠	٢٠,٠٠٠ -	١٠٠,٠٠٠
الغاء فكرة المنتوج الجديد	٠	٠	٠

اعتماد على هذه الاستراتيجية فإن البديل (٣) المتمثل بإلغاء انتاج وتسويق المنتوج يعتبر البديل المفضل.

استراتيجية البدائل متساوية الاحتمال

تقوم هذه الاستراتيجية على اختيار البديل الذي يتضمن أعلى معدل عائد في الحالات البيئية المحتملة. يمكن تنفيذ الاستراتيجية باتباع الخطوات الآتية:

حساب معدل العائد لكل بديل وذلك بجمع العوائد وتقسيمها على عدد الحالات البيئية المحتملة.

اختيار البديل الذي يتضمن اعلى معدل عائد.

يتضمن الجدول (٤) خطوات اختيار البديل رياضياً

كبير ٢٠٠,٠٠٠ + -١٨٠,٠٠٠ = ٢٠,٠٠٠ ÷ ٢ = ١٠,٠٠٠

صغير ١٠٠,٠٠٠ + -٢٠,٠٠٠ = ٨٠,٠٠٠ ÷ ٢ = ٤٠,٠٠٠

الغاء الفكرة ٠ + -٠ = ٠ ÷ ٢ = ٠

جدول (٤)

استراتيجية البدائل متساوية الاحتمال لشركة أحمد

البدائل	سوق جيدة	سوق غير جيدة	معدل العائد لكل بديل
بناء مصنع كبير وجديد	٢٠٠,٠٠٠	١٨٠,٠٠٠ -	١٠,٠٠٠
بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠	٢٠,٠٠٠ -	٤٠,٠٠٠
الغاء الفكرة	٠	٠	٠

استناداً فإن بديل بناء المصنع الصغير يعتبر البديل الأكثر تفضيلاً وذلك لكونه يتضمن أعلى معدل عائد (٤٠,٠٠٠) دولار.

استراتيجية معيار الرشد (استراتيجية هيردز)

تسمى باستراتيجية المعدل الموزون وذلك لأنها استراتيجية توليفية ما بين التفاؤل والتشاؤم. ويمكن تنفيذها عن طريق اتباع الآتي:

اختيار معدل الرشد (∞) والتي تكون قيمته بين ١,١ – ١,٠ فعندما تكون (∞) قريبة من ١,٥ فإنها تدلل على حالة التفاؤل لدى متخذ القرار بشأن المستقبل. أما إذا كانت قريبة من ٠,٠ فإنها تدلل على تشاؤم متخذ القرار بشأن المستقبل.

بعد تحديد (∞) يتم استخدام المعادلة الآتية:

معيار الرشد = (∞) (أعلى عائد لكل بديل) + (– ١,٠) (أدنى عائد للبديل نفسه) ويكون الناتج في هذه الحالة معبراً عن معدل العائد الموزون.

اختيار البديل الذي يتضمن أعلى عائد موزون:

ففي مثال شركة أحمد، اختارت الشركة ∞ = ٠,٨٠ وإن نتائج الاستراتيجية يعرضها جدول (٥).

جدول (٥) استراتيجية معيار الرشد لشركة أحمد

∝ = ٠,٨٠

الحالات البيئية

البديل	سوق جيدة	سوق غير جيدة	المعدل الموزون
بناء مصنع كبير	(٠,٨٠).(٢٠٠,٠٠٠)	(–١٨٠٠٠) (٠,٢٠)	١٢٤,٠٠٠
بناءمصنع صغير	(٠,٨٠).(١٠,٠٠٠)	(–٢٠,٠٠٠) (٠,٢٠)	٧٦,٠٠٠
إلغاء الفكرة	٠	٠	٠

اعتماداً على هذه الاستراتيجية فإن البديل (١) المتضمن بناء المصنع الكبير يعتبر البديل المفضل.

استراتيجية الحد الأدنى من الندم:

تعتمد هذه الاستراتيجية على الفرصة الضائعة (الفرق بين ما يفترض اختياره وما تم اختياره فعلاً). لذا فإنها تقوم على اختيار البديل الذي يدني (يخفض) أقصى فرصة ضائعة لكل بديل.

وللوصول إلى البديل الذي تعتمده الاستراتيجية فيمكن اتباع الخطوات الآتية:

بناء جدول القرار.

يحدد أفضل بديل لكل حالة بيئية محتملة وتوضع القيمة٠,٠ في الخلية التي يعود لها البديل.

حساب الفرصة الضائعة لكل بديل عن طريق طرح كل قيمة في كل حالة بيئية من قيمة أفضل البدائل.

تحدد أقصى فرصة ضائعة لكل بديل.

اختيار البديل الذي يتضمن أقل فرصة ضائعة.

تمثل الجداول (٦-١) و (٦-٢) خطوات هذه الاستراتيجية وكالآتي:

جدول (٦-١)

بدائل القرار والحالات البيئية لشركة أحمد

الحالات البيئية

البدائل	سوق جيدة	سوق غير جيدة
بناء مصنع كبير	٢٠٠,٠٠٠	-١٨٠,٠٠٠
بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠	-٢٠,٠٠٠
الغاء الفكرة	٠	٠

جدل (٦-٢)

الفرصة الضائعة لشركة أحمد

الحالات البيئية

البدائل	سوق جيدة	سوق غير جيدة	اعلى الفرص الضائعة لكل بديل
بناء مصنع كبير	٠	١٨٠,٠٠٠	١٨٠,٠٠٠
بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠	٢٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠
إلغاء الفكرة	٢٠٠,٠٠٠	٠	٢٠٠,٠٠٠

اعتماد على نتائج هذه الاستراتيجية فإن البديل (٢) يعتبر المفضل كونه يتضمن فرصة ضائعة (١٠٠,٠٠٠) دولار.

استراتيجية ليبلاس:

تستخدم هذه الاستراتيجية جميع المعلومات المتاحة في جدول القرار. لذا فإنها تحدد احتمال متساوي لكل حالة بيئية محتملة. وتنفذ الاستراتيجية من خلال ما يأتي:

توزيع الاحتمالات بين الحالات البيئية المحتملة.

ولكون عدد الحالات البيئية في حالة شركة أحمد هي السوق الجيدة (طلب عالي) والسوق غير الجيدة (طلب منخفض). لذا يعطي احتمال (٠,٥٠) لكل حالة بيئية.

يضرب العائد باحتمال الحالة البيئية لكل بديل.

تحدد قيمة استيراتيجية ليبلاس كالآتي:

قيمة استرايتيجية ليبلاس = الاحتمال الأول × عائد الحالة البيئية الأولى للبديل +

الاحتمال الثاني × عائد الحالة البيئية الثانية للبديل + ... الخ

يعرض الجدول (٧) نتائج هذه الاستراتيجية

جدول (٧)

استراتيجية ليبلاس لشركة أحمد

الحالات البيئية

البدائل	سوق جيدة	سوق غير جيدة	قيمة استراتيجية ليبلاس
بناء مصنع كبير	٢٠٠,٠٠٠(٠,٥٠)	(-١٨٠,٠٠٠)(٠,٥٠)	١٠,٠٠٠
بناء مصنع صغير	١٠٠,٠٠٠(٠,٥٠)	(-٢٠,٠٠٠)(٠,٥٠)	٤٠,٠٠٠
إلغاء الفكرة	(٠,٠)(٠,٥٠)	(٠,٠)(٠,٥٠)	٠

لذا فإن البديل الثاني (بناء مصنع صغير) هو الأفضل لأنه يتضمن أعلى قيمة لاستراتيجية ليبلاس.

غالباً ما يطرح السؤال الآتي:ما هي أفضل الاستراتيجيات التي تم مناقشتها؟

يعتمد الجواب للسؤال أعلاه على اتجاه متخذ القرار نحو المخاطرة. واتجاه متخذ القرار يمكن أن يأخذ الصيغ الآتية:

الاتجاه المحافظ:

وفي مثل هذه الحالة يختار متخذ القرار استرايتجية الأقصى – الأدنى.

الاتجاه التفاؤلي (تفضيل المخاطرة):

يتبع متخذ القرار في هذه الحالة نتائج استراتيجية الأقصى – الأقصى.

اتجاه متخذ القرار المتوازن بين الميل للمخاطرة وعدمها وتوقعه بأن أي حالة بيئية محتملة الظهور، وفي هذه الحالة تكون استراتيجية ليبلاس المعتمدة.

اتجاه متخذ القرار لتدنيه الفرص الضائعة، وفي مثل هذه الحالة يميل متخذ القرار إلى اعتماد نتائج استرايتجية الحد الأدنى من الندم.

الفصل الخامس

القرارات في حالة المخاطرة شجرة القرار البرمجة الخطية وأسلوب تنفيذ المشروعات (بيرت – ورقابتها)

القرارات في حالة المخاطرة Decision under Risk

تعريف القيمة النقدية المتوقعة (Expected Monetary Value)

تعرف القيمة النقدية المتوقعة للبديل بأنها ناتج ضرب عائد كل حالة بيئية محتملة في الاحتمال المحدد لتلك الحالة. وتحسب EMV باستخدام المعادلة الآتية:

القيمة النقدية المتوقعة للبديل EMV Ai = (عائد الحالة البيئية الأولى S_1 × احتمال الحالة P_1) + (عائد الحالة البيئية الثانية S_2 × احتمال الحالة P_2) + (احتمال الحالة البيئية الثالثة P_3 × عائد الحالة S_3) + ... + (احتمال الحالة البيئية الأخيرة × عائد الحالة البيئية الأخيرة S_n) حيث أن (i = 1 .... n)

مثال توضيحي:

يفكر مدير مصنع الرازي بفتح مواقع صناعية إضافية في مناطق جغرافية أخرى. تتوفر للمدير المعلومات الملخصة في الجدول (١).

معلومات القرار الحالات البيئية si

جدول (١)

البدائل	سوق جيد s1	سوق رديء s_2
بناء مصنع في منطقة 1(A1)	٤٠٠,٠٠٠	-٣٠,٠٠٠
بناء مصنع في منطقة 2(A2)	٨٠,٠٠٠	-١٠,٠٠٠
عدم التوسع (A3)	٠	٠
احتمالات السوق	٠,٤٠	٠,٦٠

لإجراء المفاضلة بين المنطقتين الجغرافية على متخذ القرار حساب القيمة النقدية لكل بديل من البدائل الثلاثة A3-A1 ومن ثم اختيار البديل الذي يتضمن أعلى قيمة نقدية متوقعة. يتم الحساب على النحو الآتية:

$$(S_2Op_2) + (s_1Op_1) = EMBA_1$$

= (٤٠,٠٠٠×٠,٤٠) + (-٣٠,٠٠٠× ٠,٦٠)

= -٢٠,٠٠٠

$$(S_2Op_2) + (s_1Op_1) = EMBA_2$$

= (٨٠,٠٠٠ × ٠,٤٠) + (-١٠,٠٠٠ × ٠,٦٠)

= ٢٦,٠٠٠

$$(S_2Op_2) + (s_1Op_1) = EMBA_3$$

٠= (٠,٠× ٠,٤٠) + (٠,٠٠×٠,٦٠)

نلاحظ من القيم النقدية المتوقعة للبدائل بأن البديل الثاني يتضمن أعلى قيمة. لذا فإنه يعتبر البديل المفضل، أي بناء المصنع في المنطقة الجغرافية ٢.

من المهم الإشارة إلى شيئين هنا هما :

أن مجموع الاحتمالات لجميع الحالات البيئية المتوقعة يجب أن يساوي ١,٠ من المفيد جداً تحديد الاحتمالات البيئية اعتمادا على المعلومات المتاحة إضافة على رأي الخبراء ونتائج اسلوب التنبؤ المعتمد في المنظمة، حيث أن قرار المخاطرة يوجه للمستقبل، لذا يجب أن تكون المعلومات المتوقعة عن حجم العوائد دقيقة قدر

القيمة المتوقعة للمعلومات التامة

Expected Value of Perfect Information (EVPI)

افترض بأن مدير المصنع أخبر من قبل بعض مستشاري التسويق بأن القرار في هذه الحالة يمكن أن ينقل من حالة المخاطرة إلى حالة التأكد عن طريق تحويل الحالات البيئية إلى حالات مؤكدة. لمثل هذه الخدمة الاستشارية على مدير المصنع أن يدفع مبلغ ١٦٥,٠٠٠$.

السؤال الذي يجب أن يجيب عليه مدير المصنع يتمثل بالآتي:

هل يقبل الخدمة الاستشارية؟

أو حتى إذا كانت المعلومات تامة الدقة، هل تساوي مبلغ ١٦٥,٠٠٠$؟

فقبل إجابة السؤال أعلاه على مدير المصنع أن يحدد القيمة المتوقعة للمعلومات التامة (EVP1) والتي يمكن حسابها على النحو التالي:

أولاً- اتخذ القيمة المتوقعة من المعلومات التامة.

Expected Value with Perfect Inforation (EVWPI)

وتحسب على النحو الآتي:

EVWPI = (أفضل عائد للحالة البيئية الأولى × احتمال الحالة) +
(افضل عائد للحالة البيئية الثانية × احتمال الحالة) +
(افضل عائد للحالة البيئية الأخيرة × احتمال الحالة)

ثانياً – تحسب EVWPI = EVWPI – أعلى قيمة نقدية متوقعة.

فعند الرجوع إلى المثال التوضيحي يمكن لمدير المصنع أن يحسب أعلى مبلغ يجب دفعه للحصول على المعلومات بالطريقة الآتية:

E V W P I= (٤٠٠,٠٠٠ × ٠,٤٠) + (٠,٦٠ × ٠) = ١٦٠,٠٠٠
EVPI = ١٦٠,٠٠٠ – ٢٦,٠٠٠ = ١٣٤,٠٠٠

لذا فإن أعلى مبلغ يمكن دفعه للحصول على المعلومات التامة هو ١٣٤,٠٠٠$، فهذا يعني بأن العرض المقدم من قبل استشاري التسويق يجب أن يرفض وذلك لأن كلفة المعلومات ١٦٥,٠٠٠$ أكبر من قيمتها الحقيقية ١٣٤,٠٠٠$ لدى مدير المصنع.

اعتماداً فإن القيمة المتوقعة للمعلومات التامة هي القيمة الحقيقية التي يمكن أن تتحملها الشركة للحصول على المعلومات التامة وتحويل الحالة من مخاطرة إلى تأكد.

الفرصة الضائعة Opportunity Loss

يتمثل تخفيض الفرص الضائعة بكونه المدخل البديل لتعظيم القيمة النقدية المتوقعة، وتعرف الفرصة الضائعة بأنها الفرق بين الربح المثالي Optimal Profit والربح الحقيقي Actual Profit الذي يمكن الحصول عليه. وبعبارة أخرى تعبر الفرصة الضائعة عن المبلغ المفقود الناتج عن عدم اختيار البديل الأفضل. يرمز للفرصة الضائعة المتوقعة Expected Opportunity Loss بـEOL.

وتحسب على النحو التالي:

اولاً: تصميم جدول الفرص الضائعة كما في جدول (٢)

الحالات البيئية Si

البدائل Ai	سوق جيد S1	سوق رديء S2
بناء مصنع في منطقة ١	(٤٠٠,٠٠٠ – ٤٠٠,٠٠٠)=٠	[(٣٠٠,٠٠٠-)-(٠]=٣٠٠,٠٠٠
بناء مصنع في منطقة ٢	(٤٠٠,٠٠٠-٨٠,٠٠٠)=٣٢٠,٠٠٠	(١٠,٠٠٠-)-٠] =١٠,٠٠٠
عدم التوسع	(٤٠٠,٠٠٠-٠) = ٤٠٠,٠٠٠	= ٠

ثانياً: جدول (٢) الفرص الضائعة

الفرص الضائعة لمصنع الرازي

الحالات البيئية

جدول (٢)

البدائل	S1	S2
A1	٠	٣٠٠٠٠٠
A2	٣٢٠٠٠٠	١٠٠٠٠
A3	٤٠٠٠٠٠	٠
الاحتمالات	٠,٤٠	٠,٦٠

ثالثاً – الفرص الضائعة المتوقعة باستخدام المعادلات التالية:

$EOLA_1$ = (٠,٤٠) (٠,٠) + (٠,٦٠) (٣٠٠,٠٠٠) = ١٨٠,٠٠٠

$EOLA_2$= (٠,٤٠) (٣٢٠,٠٠٠) + (٠,٦٠) (١٠,٠٠٠) = ١٣٤,٠٠٠

$EOLA_3$= (٠,٤٠) (٤٠٠,٠٠٠) + (٠,٦٠) (٠,٠) = ١٦٠,٠٠٠

وباستخدام الفرص الضائعة المتوقعة فإن البديل الثاني (A_2) بناء المصنع في المنطقة الجغرافية (٢) يعتبر البديل المفضل وذلك لكونه يحمل أقل فرصة ضائعة متوقعة (١٣٤٠٠٠) تجدر الإشارة إلى نوع العلاقة التالية التي تظهر في مثل هذه القرارات.

EVPI = اقل فرصة ضائعة متوقعة EOL = ١٣٤,٠٠٠.

تدريب (١)

تنتج شركة XYZ منتوجات غذائية معبئة بعبوات نظامية. تكلف العبوة الواحدة ٥$ وتباع بمبلغ ١٥$ في حالة وجود عبوات غير مباعة في نهاية يوم البيع، فإنها تباع إلى أسواق الجملة بمبلغ ٣$ للعبوة الواحدة.

تبلغ احتمالية أن يكون الطلب اليومي ١٠٠ عبوة (٠,٣٠) وتبلغ احتمالية أن يكون الطلب ٢٠٠ عبوة (٠,٤٠) وتبلغ احتمالية أن يكون الطلب ٣٠٠ عبوة (٠,٣٠).

تعتمد الشركة سياسة الإيفاء بطلبات المستهلكين دائماً.

المطلوب:

تصميم جدول القرار.

إيجاد البديل المفضل اعتماداً على

EMV

EOL

ايجاد EVPI مع افتراض بأن الشركة ستدفع مبلغ ١٠٠٠٠$ لشركة استشارية.

الحل:

الربح = سعر البيع – الكلفة = ١٥ – ٥ = ١٠

١. جدول القرار

الحالات البيئية S1 *

البدائل Ai	S_1 – الطلب = ١٠٠	S_2 – الطلب = ٢٠٠	S_3 – الطلب = ٣٠٠
A_1- العرض = ١٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠
A_2- العرض = ٢٠٠	١,٣٠٠	٢,٠٠٠	٢,٠٠٠
A_3- العرض = ٣٠٠	١,٦٠٠	٢,٣٠٠	٣,٠٠٠
الاحتمالات	٠,٣٠	٠,٤٠	٠,٣٠

جميع الأرقام الموجودة في الجدول هي أرقام الأرباح الناتجة عن الحالات الآتية:

الطلب = العرض

الطلب > العرض

العرض > الطلب

وفي حالة عدم توازن الطلب والعرض تتحقق خسارة بسبب بيع جميع الوحدات المعروضة، وتنتج هذه الخسارة عن كون الربح = سعر البيع – الكلفة

= ٣ - ٥ = - ٢

باستخدام الجدول أعلاه تحسب القيم النقدية المتوقعة كما في أدناه

$EMVA_1$ = (١,٠٠٠) ٠,٣٠ + (١,٠٠٠) ٠,٤٠ + (١,٠٠٠) ٠,٣٠ = ١,٠٠٠

$EMVA_2$ = (١,٣٠٠) ٠,٣٠ + (٢,٠٠٠) ٠,٤٠ + (٢,٠٠٠) ٠,٣٠ = ١,٧٩٠

$EMVA_3$ = (١,٦٠٠) ٠,٣٠ + (٢,٣٠٠) ٠,٤٠ + (٣,٠٠٠) ٠,٣٠ = ٢,٣٠٠

اعتماداً فإن البديل (٣) تجهيز (٣٠٠) وحدة يعتبر البديل المفضل لكونه يتضمن أعلى قيمة نقدية متوقعة (٢٣٠٠) وحدة.

مثال

تفكر شركة النسر العربي بالاستثمار في أحد المشروعين ١ أو٢ تعتقد الشركة بأن المشكلة الأساسية التي يجب أخذها بنظر الاعتبار عند الاختيار بين المشروعين هي تقدير كلفة المواد الأولية التي تختلف بين المشروعين. مع الأخذ بالحسبان بأن الكلفة تعتمد على مدى استقرار التجهيز. لذا فإن المشروع الأول يكلف (١٠٠,٠٠٠)$ تكلفة ثابتة و (٢٠٠,٠٠٠)$ ككلفة متغيرة إذا كان التجهيز مستقراً. ويكلف نفس المشروع (٢٠٠,٠٠٠$) كتكلفة ثابتة و (٢٠٠,٠٠٠$) كتكلفة متغيرة إذا كان التجهيز غير مستقر.

يكلف المشروع الثاني (١٥٠,٠٠٠$) كتكلفة إجمالية في حالة استقرار التجهيز، بينما تبلغ كلفته الإجمالية (٣٥٠,٠٠٠$) في حالة عدم استقرار التجهيز.

يتوقع خبير الشركة بأن احتمالية عدم استقرار التجهيز تبلغ ٠,٧٠ في أحسن الأحوال.

المطلوب:

تصميم جدول التكاليف.

اختيار المشروع الأقل كلفة.

حساب EVPI إذا كانت كلفة المعلومات (١٢٠,٠٠٠$).

تحديد المشروع الأفضل باستخدام EOL.

الحل:

الربح = سعر البيع – سعر التكلفة

= ١٥ – ٥ = ١٠

١. جدول القرار

البديل A_1	S_1 الطلب = ١٠٠	S_2 الطلب = ٢٠٠	S_3 الطلب = ٣٠٠
A_1 – العرض = ١٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠
A_2- العرض = ٢٠٠	١٣٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
A_3 – العرض = ٣٠٠	١٦٠٠	٢٣٠٠	٣٠٠٠
الاحتمالات	٠,٣٠	٠,٤٠	٠,٣٠

جميع الأرقام الموجودة في الجدول هي أرقام الأرباح الناتجة عن الحالات الآتية:

الطلب = العرض

الطلب > العرض

العرض > الطلب

وفي حالة عدم توازن الطلب والعرض تتحقق خسارة بسبب عدم بيع جميع الوحدات المعروضة، وتنتج هذه الخسارة عن كون الربح = سعر البيع – الكلفة

= ٣ – ٥ = - ٢

بأستخدام الجول أعلاه تحسب القيم النقدية المتوقعة كما في أدناه=

$EMVA_1$ = (١٠٠٠) ٣٠، + (١٠٠٠) ٤٠، + (١٠٠٠) ٣٠، = ١٠٠٠

$EMVA_2$ = (١٣٠٠) ٣٠، + (٢٠٠٠) ٤٠، + (٢٠٠٠) ٣٠، = ١٧٩٠

$EMVA_3$ = (١٠٠٠) ٣٠، + (٢٣٠٠٠) ٤٠، + (٣٠٠٠) ٣٠، = ٢٣٠٠٠

٢. الفرص الضائعة المتوقعة

جدول الفرص الضائعة

الحالات البيئية

البدائل	S_1 = ١٠٠	S_2 = ٢٠٠	S_3 = ٣٠٠
A_1 = ١٠٠	١٦٠٠ − ١٠٠٠ = ٦٠٠	٢٣٠٠ − ١٠٠٠ = ١٣٠٠٠	٣٠٠٠ − ١٠٠٠ = ٢٠٠٠
A_2 = ٢٠٠	١٦٠٠ − ١٣٠٠ = ٣٠٠	٢٣٠٠ − ٢٠٠٠ = ٣٠٠	٣٠٠٠ − ٢٠٠٠ = ١٠٠٠
A_3 = ٣٠٠	١٦٠٠ − ١٦٠٠ = ٠	٢٣٠٠ − ٢٣٠٠ = ٠	٣٠٠٠ − ٣٠٠٠ = ٠

الجدول الجديد

الحالات

البدائل	S_1	S_2	S_3
A_1	٦٠٠	١٣٠٠	٢٠٠٠
A_2	٣٠٠	٣٠٠	١٠٠٠
A_3	٠	٠	٣٠٠
الاحتمالات	٣٠,	٤٠,	٣٠،

$EMVA_1$ = ٦٠٠ × ٣٠، + ١٣٠٠ × ٤٠، + ٢٠٠٠ × ٣٠، = ١٣٠٠

$EMVA_2$ = ٣٠٠ × ٣٠، + ٣٠٠ × ٤٠، + ١٠٠٠ × ٣٠، = ٥١٠

$EMVA_3$ = ٠ × ٣٠، + ٠ × ٤٠، + ٠ × ٣٠، = ٠

إعتماداً على ذلك فإن بديل تجهيز ٣٠٠ وحدة يعتبر المفضل لكونه يتضمن أقل فرصة ضائعة.

٣/ EVQPI = ٦٠٠٠ × ٣٠، + ٢٣٠٠ × ٤٠، + ٣٠٠٠ × ٣٠، = ٢٣٠٠

EVPI = EVWPI − أقصى قيمة متوقعة EMV

= ٢٣٠٠ − ٢٣٠٠

= ٠

إعتماداً فإن القيمة المتوقعة للمعلومات التامة تساوى (٠,٠) فعلى الشركة عدم قبول عرض الشركة الاستشارية لأن كلفة المعلومات أعلى من قيمتها.

مثال

تتوقع شركة الرافدين بأن الظروف الاقتصادية تتجه باتجاه خلق فرص استثمارية جديدة. اعتماداً تفكر الشركة بالاستثمار في أحد ثلاثة مشاريع هي: مشروع إنتاج البلاستيك، مشروع انتاج الألمونيوم، أو محطة تعبئة الوقود. وتتوقع الشركة بأن الحالات البيئية الاقتصادية يمكن أن تكون ممتازة وباحتمال (٠,٤٠)، جيدة جداً وباحتمال (٠,٢٠)، وجيدة وباحتمال (٠,٤٠). اعتماداً فإن العائد الاقتصادي سيتباين بتباين الظرف الاقتصادي. لذا تتوقع الشركة بأن مشروع البلاستيك يمكن أن يحقق عائد (٥٠٠,٠٠٠$)، و (٣٠٠,٠٠٠$)، و (٢٠٠,٠٠٠$)، بالتعاقب للحالات البيئية. وتتوقع الشركة بأن مشروع إنتاج الالمنيوم يمكن أن يحقق عائد (٤٠٠,٠٠٠$) أو (٢٠٠,٠٠٠$)، أو (١٢٠,٠٠٠$) حسب الحالة الاقتصادية وعلى التوالي. أخيراً تتوقع الشركة بأن محطة تعبئة الوقود يمكن أن تحقق عائد بمبلغ (٦٠٠,٠٠٠$)، أو (٤٠٠,٠٠٠$)، أو (٢٠٠,٠٠٠$) في حالة الظرف الاقتصادي الممتاز، أو الجيد جداً، أو الجيد على التوالي.

المطلوب :

تصميم جدول القرار.

تحديد المشروع الذي يجب اختياره في حالة استخدام

EMV

EOL

تقدمت شركة استشارية بعرض تحويل الحالة من مخاطرة إلى حالة مؤكدة عن طريق تزويد الشركة بمعلومات اضافية بكلفة (٢٥٠٠٠٠$). هل توصي بقبول العرض؟ لماذا؟

الحل:

١. جدول القرار

الظروف الاقتصادية

البدائل	ممتاز	جيد جداً	جيد
A_1- مشروع البلاستيك	٥٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠
A_2- مشروع الألمنيوم	٤٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠	١٢٠,٠٠٠
A_3- محطة تعبئة الوقود	٦٠٠,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠
الاحتمالات	٠,٤٠	٠,٢٠	٠,٤٠

٢. أ.

$EMVA_1$=(٥٠٠,٠٠٠)٠,٤ + (٣٠٠,٠٠٠) ٠,٢ + (٢٠٠,٠٠٠) ٠,٤ = ٣٤٠,٠٠٠

$EMVA_2$=(٤٠٠,٠٠٠)٠,٤ + (٢٠٠,٠٠٠) ٠,٢ + (١٢٠,٠٠٠) ٠,٤ = ٢٤٨,٠٠٠

$EMVA_3$=(٦٠٠,٠٠٠)٠,٤ + (٤٠٠,٠٠٠) ٠,٢ + (٢٠٠,٠٠٠) ٠,٤ = ٤٠٠,٠٠٠

القرار: يعتبر الاستثمار في محطة تعبئة الوقود البديل لكونه يتضمن أعلى EMV

ب. تصميم جداول الفرص الضائعة:

الظروف الاقتصادية

البدائل	ممتاز	جيد جداً	جيد
A_1	١٠٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	٠
A_2	٢٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠	٨٠,٠٠٠
A_3	٠	٠	٠
الاحتمالات	٠,٤٠	٠,٢٠	٠,٤٠

EOL_{A1}=(١٠٠,٠٠٠)٠,٤٠ +(١٠٠,٠٠٠)٠,٢٠+(٠) ٠,٤٠ = ٦٠,٠٠٠

EOL_{A2}=(٢٠٠,٠٠٠)٠,٤٠ +(٢٠٠,٠٠٠)٠,٢٠+(٨٠,٠٠٠) ٠,٤٠ = ١٥٢,٠٠٠

EOL_{A3}=(٠)٠,٤٠ +(٠,٠)٠,٢٠+(٠,٠) ٠,٤٠ = ٠,٠

القرار: يعد الاستثمار في محطة تعبئة الوقود البديل الأفضل لكونه يتضمن اقل الفرص الضائعة.

٣. EVWPI (٦٠٠,٠٠٠)٠,٤٠ + (٤٠٠,٠٠٠)٠,٢٠ + (٢٠٠,٠٠٠)٠,٤٠

=٤٠٠,٠٠٠

EVWPI = EVP1 – اقصى قيمة نقدية متوقعة EVM

= ٤٠٠,٠٠٠ – ٤٠٠,٠٠٠ = ٠

القرار: إن قيمة المعلومات التامة EVPI = ٠,٠ في هذه الحالة، لذا فإن على الشركة أن لا تدفع مبلغ ٢٥٠,٠٠٠$ للشركة الاستشارية للحصول على معلومات اضافية.

شجرة القرار: Tree Decision

أن استخدام شجرة القرار يعتمد على تحديد بدائل القرار وأحداثه

أولاً: وفي سياق الحدث السابق واللاحق، ثم يتم تحليل البدائل والأحداث للوصول إلى القرار النهائي والمحدد بالهدف من القرار.

ثانياً: ولكي يتحقق الغرض من استخدام شجرة القرار كأسلوب كمي فلابد من مناقشة جميع الأبعاد التي ترتبط بها والتي يمكن أن تتضمن المواضيع الآتية:

بدائل القرار عند كل نقطة قرار.

الأحداث التي يتوقع ظهورها كنتيجة لبديل القرار.

احتمالات الأحداث.

العوائد أو النواتج والتي يعبر عنها عادة بقيمة اقتصادية.

عناصر شجرة القرار: تتشابه جميع أشجار القرارات من حيث التركيب والعناصر، لذا فإن العناصر الآتية تعتبر مطلوبة لكي يمكن تصميم شجرة القرار.

أولاً: وتحليل أحداثها.

ثانياً: والوصول إلى البديل الأفضل.

ثالثاً: تنظم هذه المدخلات في هيكل يشكل ما يسمى بمخطط شجرة القرار الذي يوضح التفاعلات المحتملة بين القرارات وبدائلها.

أولاً: تحلل شجرة القرار

بدءاً بأبعد حدث أو بديل للقرار ثم يستمر التحليل مروراً بجميع الأحداث أو البدائل التي تشكل نقاط القرارات حتى يتم التوصل إلى تسلسل مثالي للقرارات التي تم تحديدها بدءاً بأبعد نقطة وحتى جذر الشجرة.

ولكي يكون التحليل دقيقاً فيمكن استخدام القواعد الآتية:

يتم حساب القيمة المتوقعة في كل نقطة حدث.

يتم اختيار البديل الذي يتضمن أفضل قيمة متوقعة عند كل نقطة قرار.

مثال توضيحي:

تمتلك إحدى الشركات الصناعية خطة لتوزيع إما منتوج A، أو منتوج B، إذا تم توزيع المنتوج A، يمكن توقع ثلاثة أحداث: طلب عالي على المنتوج وباحتمالية ٠,٣٠ وإيراد مبيعات ١٠٠٠٠$، أو توقع معدل طلب باحتمالية ٠,٥٠ وإيراد مبيعات ٥٠٠٠$، أو طلب منخفض باحتمالية ٠,٢٠ وإيراد مبيعات ١٠٠٠$. ويتلازم المنتوج B بنفس الأحداث ولكن بنواتج مختلفة وكما يأتي:

طلب عالي باحتمالية ٠,١٠ وإيراد مبيعات ١٠,٠٠٠$

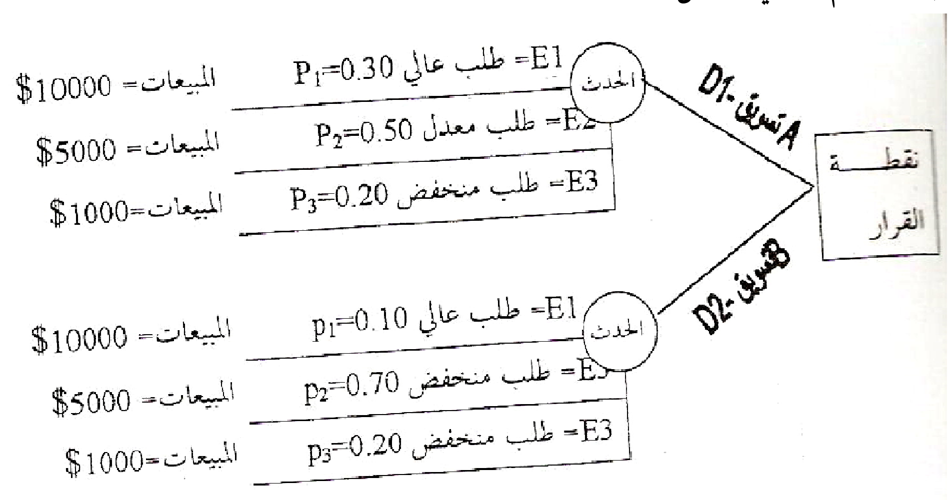
معدل طلب باحتمالية ٠,٧٠ وإيراد مبيعات ٥,٠٠٠$

طلب منخفض باحتمالية ٠,٢٠ وإيراد مبيعات ١,٠٠٠$

ما هو المنتوج الذي يتوقع تحقيقه أعلى مبيعات؟

الحل:

- الخطوة الأولى : تصميم شجرة القرار، ولما كانت الشجرة تتضمن قرار من مرحلة واحدة فإنها تصمم كما في الشكل أدناه.



٢. الخطوة الثانية:

ثانياً: التحليل يتضمن التحليل الآتي

المنتوج A

المبيعات المتوقعة = (٠,٣٠)١٠٠٠٠ + (٠,٥٠)٥٠٠٠ + (٠,٢٠)١٠٠٠ = $٥٧٠٠

المنتوج B

المبيعات المتوقعة = (٠,١٠) ١٠٠٠٠ + (٠,٧٠) ٥٠٠٠ + (٠,٢٠) ١٠٠٠= ٤٧٠٠$

٣. الخطوة الثالثة:

الاستنتاج:

يحدد المنتوج الذي يتوقع أن يسهم بأعلى مبيعات متوقعة اعتماداً على القيمة المتوقعة لإيراد المبيعات. لما كان المنتوج A يتضمن أعلى إيراد مبيعات لذا نوصي بالتركيز عليه في عملية التسويق.

شجرة القرار متعددة المراحل Multiple Stage Decision Tree:

يمثل هذا النوع من الأشجار الحالات التي تتطلب اتخاذ قرارات متعددة، أو قرارات تمر بمراحل متعددة. وفي مثل هذه الحالات يجب توخي الدقة في تحديد سلسلة القرارات والأحداث التي يجب اتخاذها، أو سلسلة المراحل التي يمر بها القرار، كما يتطلب الأمر إجراء التحليل والمفاضلة بين البدائل عند كل نقطة قرار أو حدث حتى يمكن الوصول إلى البديل الأفضل. ولتوضيح المقصود بما عرض سابقاً في أدناه مثال توضيحي لهذا النوع من الأشجار.

مثال توضيحي :

افترض بأن أمامك الحالة الآتية:

تفكر شركة معينة بتغيير سياستها الإعلانية، أمام الشركة ثلاثة بدائل متاحة هي:

الإعلان في الراديو.

الإعلان في التلفزيون.

الاحتفاظ بنفس السياسة الإعلانية القديمة.

لاختيار أحد البدائل الثلاثة على الشركة أن تقوم ببعض التقويم، ويمكن أن يأخذ التقويم الشكل الآتي:

١. ا اختارت الشركة البديل الأول (الإعلان في الراديو)، يمكن توقع نوعين من الأحداث:

زيادة في المبيعات بمبلغ ٥٠,٠٠٠$ باحتمال ٠,٥٠.

انخفاض في المبيعات بمبلغ ١٠,٠٠٠$ باحتمال ٠,٥٠.

٢. إذا اختارت الشركة البديل الثالث، فإن الناتج معروف وبشكل مؤكد (عد زيادة المبيعات) وباحتمال ١,٠.

٣. إذا قررت الشركة الإعلان في التلفزيون فيمكن توقع ثلاثة أحداث:

عدم ظهور منافسة لذا فإن المبيعات تزداد بمبلغ ١٠,٠٠٠$ وباحتمال ٠,١٠.

قد تظهر منافسة قليلة وباحتمال ٠,٤٠، وفي هذه الحالة على الشركة أن تختار بين مدخلين: إما التركيز على النوعية وعن طريق ذلك يمكن زيادة المبيعات بمبلغ ٣٨,٠٠٠$ وبشكل مؤكد، أو يمكنها التركيز على التصميم الجديد للمنتوج وفي هذه الحالة يمكن توقع حدثين هما: طلب عالي على المنتوج باحتمال ٠,٣٠ مما يمكن الشركة من زيادة مبيعاتها بمبلغ ٤,٠٠٠٠$، أو قد تواجه الشركة طلب ضعيف على المنتوج باحتمال ٠,٧٠ مما يمكن من زيادة المبيعات بمبلغ ٣٠,٠٠٠$ فقط.

(ج) قد تواجه الشركة منافسة قوية وباحتمال ٠,٥٠، وفي هذه الحالة يمكن توقع بديلين هما: تغير في وسيلتها الإعلانية مما قد يقود إلى زيادة في المبيعات بمبلغ ١٥٠,٠٠$ وبشكل مؤكد. أو تجزئة السوق، وكنتيجة لذلك يمكن توقع حدثين هما: زيادة مبيعات بمبلغ ٥٠,٠٠٠$ وباحتمال ٠,٥٠، أو زيادة المبيعات بمبلغ ٢٠,٠٠٠$ وباحتمال ٠,٥٠.

المطلوب:

تحديد البديل الذي يجب اختياره.

الإجراءات:

يمكن التعبير عن نقاط القرارات والأحداث كما في الآتي:

دائرة الحدث ◯

نقاط القرار ☐

تتمثل النقطة الأولى للقرار بـ D_1 , D_2 , D_3 ، كما تتمثل الأحداث التي يمكن أن تظهر نتيجة هذا القرار بـ E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5. وتظهر احتمالات الأحداث مزمرة بـ $P_1 - P_5$.

تتمثل نقاط القرار بالآتي:

D_1 = الإعلان في الراديو، D_4 = التركيز على النوعية، D_6 = تغير الإعلان

D_2 = الإعلان في TV، D_5 = تغير التصميم، ٧D = تجزئة السوق

D_3 = عدم تغيير السياسة الإعلانية

البرمجة الخطية وأسلوب تنفيذ المشروعات (بيرت) ورقابتها

البرمجة الخطية والخطة المثلى

إن تحليل الأنواع والأصناف المختلفة من السلع والمنتجات يعرفنا على إمكانية استخدام طرق وأساليب تكنولوجية متعددة وآلات وتجهيزات مختلفة للوصول إلى هذه المنتجات. على سبيل المثال، توجد طرق مختلفة لصهر الحديد كاستعمال أفران مارتن والأفران الكهربائية، واستخراج الفحم الحجري يتم بطرائق متعددة طريقة الاستخراج من المناجم المفتوحة (السطحية) والعميقة وبالطرق الهيدروليكية، أما انتاج الطاقة الكهربائية فيتم من خلال المحطات الحرارية والمائية والنووية والطاقة الشمسية. وفي حالات كثيرة فإن انتاج السلع الواحدة أو المتشابهة يتحقق ليس فقط باستخدام طرق تكنولوجية مختلفة بل من خلال استعمال أنواع كثيرة من المواد الأولية، كانتاج الخيوط من المواد الطبيعية والاصطناعية، وبعض الصناعات تستبدل القطع والأجزاء المعدنية بأخرى بلاستيكية. تنتقل السلع والمنتجات أيضاً من المشاريع الاقتصادية وإليها وإلى المستهلكين بوسائط مختلفة كالنقل بوساطة السفن والسكك الحديدية والطائرات والسيارات.

بما أن انتاج السلعة الواحدة يتم باستخدام طرق مختلفة ومواد متعددة وينقل بوسائط كثيرة فإن مهمة الإداريين تكمن قبل كل شيء في دراسة مجموعة البدائل والخيارات على صعيدي الانتاج والنقل والوقوف على أفضلها بدءاً من اختيار المادة الأولية اللازمة للعمليات التصنيعية وانتهاء بنقل المنتج الجاهز للمستهلك.

من الطبيعي أيضاً أن تكون تكاليف تنفيذ هذه البدائل متباينة وعوائدها الاستثمارية مختلفة. فإذا تمكنت الإدارة من احتساب نفقات التشغيل وتكاليف الانتاج والتوزيع من جهة ومردود كل بديل من جهة ثانية فإنها ستختار بالطبع البديل الذي يحقق أعلى مردود ممكن ويستهلك أقل ما يمكن من المصاريف والنفقات المادية والبشرية. وبشكل عام فإن هذه المهمة تضيق تدريجياً مع

الإداريين ليتفقوا على اختيار بديل واحد دون البدائل الأخرى قد يحقق مصلحة المشروع والإدارة والعاملين معاً.

وإذا كانت الموارد المتاحة محددة فإن البديل الأمثل هو ذلك الذي يعطي أقصى كمية ممكن من السلع، **أما إذا كان حجم الانتاج المطلوب محدداً** بصورة مسبقة فإن البديل الأفضل هو ذلك الذي يتطلب الحد الأدنى من النفقات والمصاريف لتنفيذ برنامج الانتاج المطلوب. مما تقدم نستنتج أن البديل الأمثل هو ذلك الذي يحقق تنفيذ الخطة بأقل التكاليف الممكنة، أو الذي يحقق الانتاج الأعظمي باستخدام الموارد المتاحة للمشروع.

إن عملية اختيار البديل الأمثل تعدّ من العمليات المعقدة نظراً لوجود بدائل كثيرة وخاصة في حال الاعتماد على المقارنة الحسابية البسيطة للنتائج الأولية للبدائل، لأن ذلك قد يتطلب جهداً يفوق في الكثير من الحالات المنفعة المتوخاة من البديل المختار. وفي حالات متعددة تختار الإدارات بعض البدائل البعيدة عن لبديل الأمثل مما يحمل المشروع خسائر مادية كبيرة. فإذا كان مثلاً البديل المختار يتطلب ١٪ من المصاريف الإجمالية الإضافية، أو أن حجم الانتاج ينخفض بموجبه بنسبة ١٪ أيضاً فهذا يعني بأن المشروع سيتحمل مئات الآلاف وأحياناً عدة ملايين من جنيهات السودانيه كخسائر. والقرار غير الرشيد يعني قبل كل شيء: تجميداً للاستثمارات وعدم الاستخدام الصحيح للطاقات الانتاجية المتاحة، وجود أقسام انتاجية ومشاريع غير اقتصادية، نقل غير عقلاني للمواد الأولية والمنتجات.. الخ.

إن حل المسائل المتعلقة بالتخطيط الرشيد لا يمكن أن يتم دون الاستخدام الواسع للرياضيات الاقتصادية والحواسب الالكترونية والطرق الاحصائية في الحسابات المالية والفنية. وتعدّ البرمجة الخطية من أكثر الطرق انتشاراً ودراسة في مجالات التخطيط الرشيد للفعاليات الاقتصادية في المشاريع الانتاجية. والتخطيط الأمثل من المسائل الاقتصادية الشائكة وخاصة فيما يتعلق بتحديد معيار (مقياس) الكفاية أو الفعالية الاقتصادية للبديل المنتقى.

تعتمد البرمجة الرياضية على الحلول الجبرية والبيانية والسيمبلكسية وغيرها. وتتوقف هنا على بعض الأمثلة البسيطة المستخدمة في البرمجة الرياضية لحل بعض المسائل الاقتصادية كالطريقة البيانية لتوضيح مسألة التخطيط الأمثل على مستوى المشاريع الانتاجية. هذه الأمثلة تبين كيفية وضع المسألة الاقتصادية وتحديد دالة الهدف ثم تكوين المسألة رياضياً وحلها بيانياً.

مثال عملي مفترض:

تفكر إحدى الشركات الصناعية بإنشاء قسم إنتاج لتصنيع الطاولات وخزائن الكتب من الفضلات الصناعية وشروط الانتاج هي:

أولاً: مهما كانت كمية الانتاج كبيرة فإن أسواق التصريف تستوعبها بالكامل.

ثانياً: المواد المتوفرة وأماكن العمل في القسم محدودة.

والمطلوب تحديد الانتاج الشهري لهذا القسم مع افتراض تعظيم الربح، والجدول التالى يبين المعطيات الأولية عن المصاريف والنفقات وحجم المواد ووقت العمل ومقدار الربح من كل وحدة منتج.

جدول الشركة لانتاج العادات والخزائن

اصناف المنتجات	معدلات الانفاق لانتاج قطعة واحدة			الربح لقاء كل
	ساعة عمل	خشب م٢	زجاج م٢	قطعة (جنيه)
١. الطاولات	٩,٢	٠,٣	٠	٣
٢. الخزائن	٤,٠	٠,٦	٢,٠	٢
٣. حجم الموارد في الشهر	٥٢٠,٠	٢٤,٠	٤٠,٠	٠

من الملاحظ بأنه لم يذكر شرط الاستخدام الاجباري للموارد المتاحة كافة،ن لكن من الضروري أن يكون المصروف من وقت العمل والمواد مساوياً الموارد المحدودة في المسألة أو أقل منها.

استناداً إلى بيانات الجداول نحاول وضع خطة انتاج الطاولات لأنها تحقق أعلى ربح لقاء كل طاولة ٣ جنيه سوداني.

يتيح وقت العمل المتوفر انتاج (٥٦) طاولة (٥٢٠ ساعة ÷ ٩,٢)، وكمية الخشب تسمح بانتاج (٨٠) طاولة (٢٤ م^{٣} ÷ ٠,٣ م^{٣}). البرنامج الانتاجي إذن لا يمكن أن يزيد على /٥٦/ طاولة لأنه لا يمكن تجاوز شروط الموارد المحددة.

حجم الربح في هذه المسألة يساوي (١٦٨) جنيه (٥٦ × ٣).

في حالة وضع جداول الانتاج ابتداء من الخزائن فإن الكمية المتاحة لا يمكن أن تزيد على /٢٠/ قطعة لأن الزجاج غير كافٍ لانتاج كميات أكبر. ولانتاج (٢٠) خزانة يجب تأمين (١٢م^{٣}) من الخشب، والكمية المتبقية من الخشب (١٢م^{٣}) من الخشب، والكمية المتبقية من الخشب (١٢م^{٣}) تكفي لإنتاج (٤٠) طاولة. من ناحية ثانية انتاج (٢٠) خزانة يحتاج إلى (٨٠)

ساعة عمل، والباقي من ساعات العمل الإجمالية يبلغ (٤٤٠) فقط (٥٢٠ – ٨٠) يتيح امكانية انتاج (٤٨) طاولة فقط.

إذن البرنامج الثاني يمكننا من انتاج (٢٠) خزانة و (٤٠) طاولة ويتبقى جزء من وقت من عمل غير مستخدم.

الربح بموجب البرنامج الثاني يساوي (٢٠ ×٢) + (٤٠ × ٣) = ١٦٠ جنيه. وبما أن الشرط الأساسي في المسألة هو تعظيم الربح فإن البرنامج الأول يعدّ الأفضل على اعتبار إنه يحقق ربحاً قدره (١٦٠) حنيه.

من الواضح أيضاً بأن هذين البرنامجين ليسا الوحيدين، ومن الممكن وجود نماذج أخرى قد تكون الأرباح الممكنة فيها أعلى من البرنامج الأول، لكن هذه البرامج غير معروفة لنا. ولحل هذه المشكلة نستخدم طريقة الحل البياني.

قبل كل شيء يجب وضع شروط المسألة في معادلات رياضية. نرمز لكمية انتاج الطاولات بالرمز (x_1) وعدد الخزائن بالرمز (x_2).

يجب تكوين المعادلات المتعلقة بالمحددات من وقت العمل والموارد.

اجمالي وقت العمل المنفق على برنامج الانتاج: ٩,٢ x_1 + ٤ x_2 وهذه القيمة يجب أن لا تزيد على (٥٢٠) ساعة عمل.

أي أن الشرط الأول هو :٩,٢ x_1 + ٤ x_2 ≥ ٥٢٠ ساعة – عمل

الشرط الثاني هو: ٠,٣ x_1 + ٠,٦ x_2 ≥ ٢٤ م^{٣} من الخشب

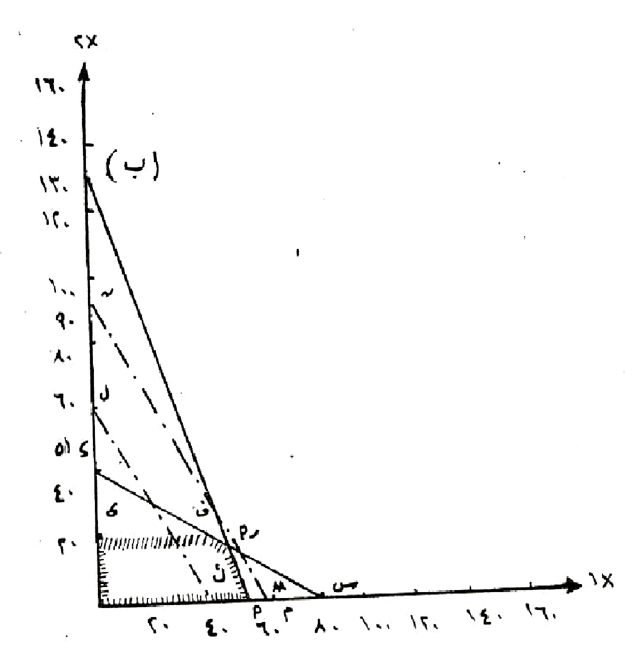
الشرط الثالث هو : ٢ x_2 ≥ ٤٠ م^{٢} من الزجاج

الشرط الرابع هو تعظيم الربح: ٣ x_1 + ٣ x_2 max ←

(٥٠ × ٣) + (١٥ × ٢) = ١٨٠ جنية

الشرط الخامس هو : x_1 ≥ ٠٠ ؛ x_1 ≥ ٠٠ أي أن قيم الانتاج لا يمكن أن تكون سالبة.

نحمل بيانياً الشروط الواردة في المعادلات للمسألة الانتاجية (كما هو مبين في الرسم البياني):



الاسقاطات البيانية:

x_1 = ٥٢٠ ÷ ٩,٢ = ٥٦,٥ (نقطة أ)

x_2 = ٥٢٠ ÷ ٤ = ١٣٠ (نقطة ب)

٠,٣ x_1 + ٠,٦ x_2 = ٤٠ (المستقيم د س)؛

نحصل على المستقيم (ف ي) نتيجة ٢ x_2 = ٤٠ ماراً على موازاة خط x_1 ويتقاطع مع x_2 في نقطة x_2 = ٢٠.

كل برنامج انتاجي يتوافق (يلتقي) مع نقطة معينة على المحور البياني، فإذا كانت هذه النقطة تقع على المستقيم (أ ب) فإنها تلائم البرنامج الذي يؤدي إلى استخدام وقت العمل بصورة كاملة، أي تتحقق المعادلة ٩,٢ x_1 + ٤ x_2 = ٥٢٠

يعد البرنامج الانتاجي الذي لا يستخدم وقت العمل بالكامل (٥٢٠ ساعة) أيضاً مقبولاً، والنقطة المطلوبة هنا يمكن أن تقع ضمن مجال المثلث (٠ ، أ، ب) أو على حدوده. وبشكل عام فإن النقاط كافة الداخلة ضمن مجال المثلث (٠ ، أ، ب) أو على حدوده تحقق المتراجحات الثلاث:

٩,٢ x_1 + ٤ x_2 $\leq$ ٥٢٠ ؛ x_1 $\geq$ ٠ ؛ x_2

تحقق نقاط المثلث (٠ ، س، د) المتراجحات التالية:

$٠,٣ \times_{١} + ٠,٦ \times_{٢} \leq ٢٤$ ؛ $\times_{١} \geq ٠$ ؛ $\times_{٢} \geq ٠$

وأخيراً لكي يحقق البرنامج الانتاجي المتراجحة $٢ \times_{٢} \leq ٤٠$ فإن النقطة يجب أن لا تقع فوق مستوى المستقيم (ي، ف).

بما أن برنامج الانتاج يجب أن يحقق الشروط الخمسة السابقة (المحددات) فإن المجالات التي تحققه تقع في إطار الشكل الخماسي (٠ ، أ، ر، ف، ي)، وأي حل يقع خارج اطاره يعدّ مرفوضاً.

من خلال الحلول العديدة الممكنة يجب اختيار الحل الذي يحقق الربح الأعظمي.

لنفترض $٣ \times_{١} + ٢ \times_{٢} = ١٢٠$ ونصل المستقيم الذي يتقاطع في نقطة $\times_{١} = ٤٠$، $\times_{٢} = ١٦٠$ (المستقيم ك، ل). النقاط التي تقع على هذا المستقيم تناسب برامج الانتاج التي تحقق ربحاً قدره (١٢٠) ليرة وهذا ليس الحد الأعظمي للربح.

لحل المسألة يجب ايجاد المستقيم الواقع على أبعد مسافة شريطة أن يلتقي بنقطة واحدة مع الشكل الخماسي (٠، أ، ر، ف، ي) الذي يمثل مجال القرارات المسموحة. إذا وصلنا على الشكل البياني المستقيم (م، ن) على التوازي مع المستقيم (ك، ل)، والذي يتلامس مع حدود الشكل الخماسي في نقطة (ر) ضمن حدود الحلول المسموحة. والمستقيمات كافة التي تأتي بعد النقطة (ر) لا تدخل في مجال الحلول المقبولة. وهذا شير إلى أن نقطة (ر) هي النقطة التي يحقق الانتاج فيها الربح الأعظمي.

نبحث عن احداثيات النقطة (ر) باعتبار أنها تقع على تقاطع خطين مستقيمين (أ، ب) و (س، د) و $\times_{١}$، $\times_{٢}$ بموجبها يجب أن تحقق معادلات المستقيمين معاً:

$$٩,٢ \times_{١} + ٤ \times_{٢} = ٥٢٠$$

$$٠,٣ \times_{١} + ٠,٦ \times_{٢} = ٢٤$$

حل هاتين المعادلتين يعطينا: $\times_{١} = ٥٠$ قطعة و $\times_{٢} = ١٥$ قطعة

الربح الاجمالي بموجب هذا البرنامج يصبح:

$(٥٠ \times ٣) + (١٥ \times ٢) = ١٨٠$ جنيه أي أكبر من الربح الذي تم ايجاده بالطرق الحسابية البسيطة.

من خلال المثال المفترض يتبين لنا بأن البرمجة تعني استخدام مجموعة من الوسائل والأساليب الكمية – الرياضية للوصول إلى الحل الأمثل. أما الخطية فيقصد بها وجود علاقة خطية بين المتغيرات، أي أن نسبة التغير في أحد المتغيرات ترافقها النسبة نفسها في المتغير الثاني.

من الواضح أن المسألة وتكوينها وشكلها الرياضي وحدها البياني كمثال على البرمجة الخطية تفترض مجموعة من الشروط هي:

محدودية الموارد المادية والبشرية في المشروع الاقتصادي.

ما الهدف الذي يمكن التعبير عنه رياضياً

توفر مجموعة من البدائل أمام الاختصاصيين لاختيار أفضلهما.

ضرورة التعبير رياضياً عن المشكلة وأهدافها ومتغيراتها.

العلاقة الخطية بين مكونات المسألة المطروحة.

وكما أسلفنا فإن مجالات استخدام البرمجة الخطية محصورة بالدرجة الأولى في:

اختيار المزيج السلعي الذي يحقق أعلى كفاية ممكنة.

العمل على اختيار وسائل النقل الأكثر اقتصادية.

ج- **تحمي الآلات واستخدامها لانتاج السلع ذات** المواصفات المطلوبة وبما يضمن استغلال الطاقة الانتاجية في حدودها القصوى.

د- اعداد برامج الانتاج بما يتلاءم ودالة الهدف وامكانات المشروع، وغيرها.

إن استخدام البرمجة الرياضية الخطية في المشاريع الاقتصادية يساعد على اختيار أفضل الحلول واتخاذ القرارات الرشيدة التي تخدم مصلحة المنشأة والعاملين فيها. كما أن البرمجة الخطية تجدد وتزيد من مهارات المديرين وترفع من قدراتهم على فهم طبيعة المشاكل التي تعترضهم بطريقة عصرية وعلمية وحلها باستخدام الأساليب المتقدمة من خلال تعاون مجموعات كبيرة من الاختصاصين في المجالات الاقتصادية والإدارية والرياضية والاحصائية والالكترونية.

تخطيط تنفيذ المشاريع (بيرت) ورقابته

إن تخطيط تنفيذ المشارع الاقتصادية (بيرت) ورقابته يتمان من خلال دراسة مشاكل ترتيب المواد والآلات والعاملين في شبكة تشتمل على الأنشطة كافة والحوادث بغية تنفيذ الهدف المطلوب بأقل زمن ممكن.

يمر إعداد شبكة بيرت بمرحلتين:

الأولى – تجميع البيانات والمعلومات عن موضوع البحث.
الثانية – تنزيل البيانات والمعلومات على رسم بياني يوضح شبكة الأعمال.
والعناصر الأساسية للشبكة **هي الأنشطة والحوادث.**

الحادث عبارة عن واقعة معينة تمثل لحظة أو فترة زمنية قصيرة لتنفيذ نشاط مرحلي أو نهائي. أو بمعنى آخر يمثل الحادث نقطة بداية أو نهاية النشاط المعين.

أما النشاط فهو تلك العملية التي تستغرق وقتاً طويلاً نسبياً لاتمام الحادث وكل نشاط له بداية حادث وينتهي بحادث معين. أو أن النشاط عبارة عن مجهود يستخدم للقيام بجزء من الأعمال في المشروع ويستغرق وقتاً محدداً.

شروط تنظيم شبكة الأعمال هي وجود سبق النشاط لنشاط آخر ما عدا النشاط الأول، كما يجب أن يتبع النشاط نشاطات أخرى مباشرة. وشبكة الأعمال تبين الحوادث على شكل دوائر **والنشاطات على شكل أسهم حيث أن:**

أساس البناء   الجدران مبنية

الشكل رقم (١٣)

"أساس الجدران" و "الجدران مبنية" تمثل الحوادث و "بناء الجدران" عبارة عن العمل (النشاط)

لنفترض عند وضع مخطط الأعمال الذي يضم (١٧) نشاطاً التي يرمز لها بالأحراف كما هو واضح من الجدول رقم (٨).

الجدول رقم (٨)

النشاطات	الحوادث	
	البدائية (الأولية)	النهائية
أ	١	٢
ب	١	٣
ف	١	٤
غ	٢	٥
د	٣	٤
ي	٣	٦
ج	٤	٥

ز	٤	٦
ص	٤	٧
ك	٥	٨
ل	٦	٧
م	٦	٩
ن	٧	٨
و	٧	٩
ت	٧	١٠
ر	٨	١٠
س	٩	١٠

نضع في ضوء البيانات الواردة في الجدول رقم (٨) شبكة الأعمال. واضح من الجدول بأن الحادث الأول لا يسبقه أي نشاط ويمثل الحادث البدائي كما أن الحادث رقم (١٠) لا يعقبه أي نشاط لهذا يسمى بالحادث النهائية. أن شبكة الأعمال وتوزيع النشاطات والزمن تتجه من اليسار إلى اليمين، لذلك فإن الحادث رقم (١) يكون في أقصى اليسار. والحادث رقم (١٠) يقع في أقصى اليمين من الشبكة وتقع بينهما الحوادث المرحلية كافة بشكل منظم. يوضح الشكل رقم / ١٤/ توزيع النشاطات والحوادث على شبكة الأعمال.

النشاط (أ) سيمثل (١-٢)، النشاط (ب) سيمثل (١-٣) وهكذا لنهاية الحوادث والنشاطات.

بعد وضع شبكة الأعمال والحوادث يجب التأكد من أنها تراعي الشروط التالية:

فقط الحوادث الأولى والنهائية ليس لها أسهم تصب فيها أو تخرج منها وإذا كان الحادث له طابع مرحلي فله أسهم تصب فيه وتخرج منه.

كل نشاط له حوادث سابقة ونهائية.

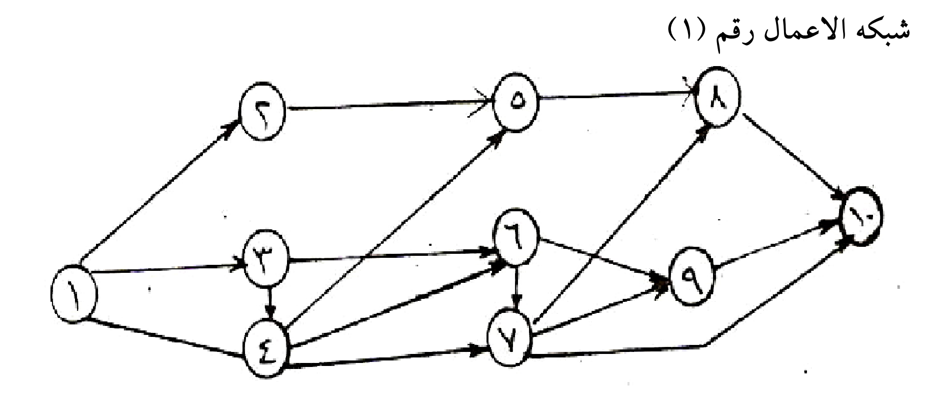
ج- يجب رسم النشاطات والحوادث كافة في المشروع على الشبكة.

د- يجب عدم وجود أسهم عكسية من اليمين إلى اليسار في شبكة الأعمال إلا في الحالات النادرة والتي تكون أعمال المشروع فيها معقدة جداً.

أي حادثين يجب أن يرتبطا بنشاط واحد فقط.

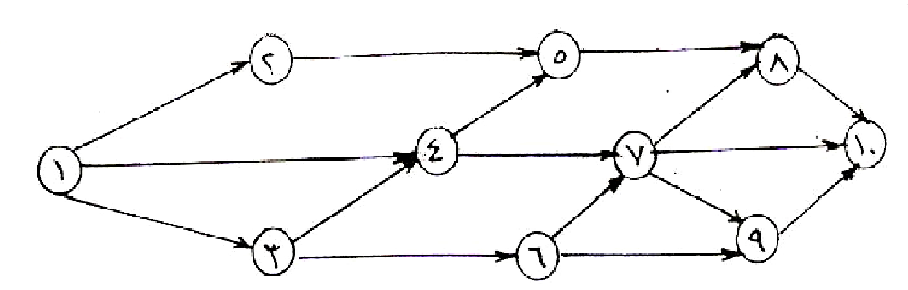
ويوجد شروط ومتطلبات أخرى لا نرى الوقوف عندها هنا ضرورياً.

شبكه الاعمال رقم (١)



وبما أن شبكة الأعمال الموضحة أعلاه غير منتظمة نحاول إعادة تنظيمها لتصبح على الشكل التالي:

شكل رقم (٢)



إن عملية ترتيب وتسلسل النشاطات والحوادث في شبكة الأعمال تكمن في توضع (توزيع) الحوادث والنشاطات بحيث يكون اتجاه الأسهم من اليسار إلى اليمين فقط.

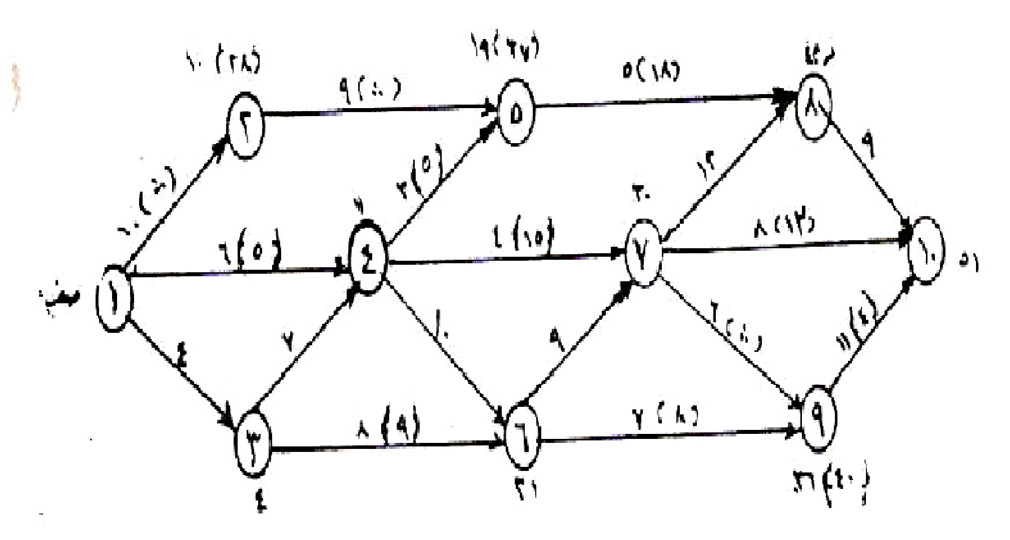
كل نشاط في شبكة الأعمال يتطلب لتنفيذه زمناً معيناً وموارد مادية وبشرية محددة. ويعد تحليل شبكة الأعمال بناء على معيار الوقت من المراحل الهامة في مجال التخطيط الشبكي. وفيما يلي نوضح مبادئ هذا التحليل في ضوء المثال العملي التالي:

نفترض أن زمن تنفيذ كل نشاط من الأنشطة يمكن تحديده بدقة وبصورة مسبقة، والأرقام المدونة بجانب الأسهم على الشكل رقم (٣) توضح زمن تنفيذ كل نشاط بالأيام.

نقوم قبل كل شيء بتحديد الزمن المتوقع لكل الحوادث في شبكة الأعمال. زمن البدء بالنسبة للحادث الأول هو (الصفر) والنشاط (١-٢) يستمر (١٠) أيام، الحادث الثاني يبدأ في اليوم العاشر بعد بداية النشاطات. ومن البدء للحادث يستغرق (٤) أيام (الزمن المتوقع لبدء الحوادث

يثبت إلى جانب الدوائر). الحادث الرابع متصل بنشاطين (١-٤) (٣-٤)، النشاط (١-٤) ينتهي في اليوم السادس بعد البدء بتنفيذ النشاطات، والنشاط (٣-٤) يمكن أن يبدأ فقط بعد بداية الحادث الثالث أي بعد (٤) أيام من بداية الحادث الأولي ويتطلب تنفيذه (٧) أيام، والوقت الكلي من الحادث الأول حتى اتمام النشاط (٣-٤) يستغرق (١١) يوماً. وبما أن الحادث الرابع لا يمكن اتمامه قبل اكمال النشاط (٤-٦) فإن الزمن المتوقع لتنفيذه يبلغ (٢١) يوماً.

الشكل رقم (٣)



نتقل إلى الحادث الخامس الذي يبدأ بعد اتمام النشاطين (٢-٥)، (٤-٥). ينتهي النشاط (٢-٥) بعد مضي (١٠ + ٩ = ١٩ يوماً) والنشاط (٤-٥) ينتهي بعد (١١ + ٣ = ١٤ يوماً). الزمن الأكبر المتوقع هو (١٩) يوماً يمثل وقت بداية الحادث الخامس. وبالطريقة نفسها نوجد الوقت المتوقع لبداية الحوادث التالية. الحادث (١٠) الأخير يبدأ بعد (٥١) يوماً والذي يوازي الزمن اللازم لتنفيذ أعمال المشروع بدءاً من المرحلة الأولى وانتهاء بالأخيرة.

والآن نبدأ من الحادث الأخير (١٠) إلى الحادث الأول لنتبين كيف تم تحديد الزمن النهائية لتنفيذ المشروع البالغ (٥١ يوماً).النشاطات الثلاثة التي تصب في الحادث (١٠) هي (٨-١٠) الذي يبدأ مع بداية الحادث الثامن (٤٢ يوماً) ويستمر (٩) أيام ليصبح (٥١ يوماً)؛ وفي الوقت نفسه فإن زمن بداية الحادث الثامن يحدد النشاط (٧ – ٨) ٣٠ + ١٢ = ٤٢ يوماً. زمن بدء

الحادث (٧) مرتبط مباشرة بالنشاط (٦-٧)، الحادث (٦) مرتبط بالنشاط (٤ – ٦)، الحادث (٤) مرتبط بالنشاط (٣-٤)، الحادث (٣) مرتبط بالنشاط (١-٣).

كما هو مبين في الشكل (٣) توجد سلسلة من النشاطات التي تحدد الوقت المتوقع الذي تستغرقه بدءاً من الحادث الأول وانتهاء بالأخير، وذلك لتخطيط وتنفيذ ورقابة نشاطات المشروع الإجمالية. من الحادث الأول لغاية الأخير يمكن رسم مجموعة من الطرق (المسارات) مختلفة من حيث الزمن الذي تستغرقه عملية التنفيذ. بالنسبة للمخطط الشبكي رقم (٣) فإن مساراته هي:

الجدول رقم (٩)

الأول	١ – ٢ – ٥ – ٨ – ١٠ ويستغرق من الزمن بالأيام	١٠ + ٩ + ٥ + ٩ = ٣٣
الثاني	١ – ٤ – ٧ – ٩ – ١٠ ويستغرق من الزمن بالأيام:	٦ + ٤ + ٦ + ١١ = ٢٧
الثالث	١ – ٣- ٤ – ٥ – ٨ – ١٠ ويستغرق من الزمن بالأيام:	٤ + ٧ + ٣ + ٥ + ٩ = ٢٨
الرابع	١ – ٤ – ٧ – ١٠ ويستغرق من الزمن بالأيام:	٦ + ٤ + ٨ = ١٨
	... الخ	

من المسارات الكثيرة الممكنة نلاحظ بأن المسار ١ – ٣ – ٤ – ٦ – ٧ – ٨ – ١٠ يستغرق أطول مدة تبلغ وتبلغ (٥١) يوماً. وهو ما يسمى بالمسار الحرج.

المسار الحرج عبارة عن مجموعة من الأعمال (النشاطات) المتسلسلة بدءاً من الحادث الأول وانتهاء بالحادث الأخير والتي تستغرق أطول مدة قياساً بالمسارات الكثيرة الممكنة في شبكة الأعمال. كما أن الحوادث والنشاطات التي تقع على المسار الحرج تسمى حرجة أيضاً.

المسار الحرج يستخدم كأداة فعالة في التخطيط واتخاذ القرارات الإدارية والرقابة بالاعتماد على شبكات الأعمال. والهدف الأساسي من ايجاد المسار الحرج هو تحديد استمرارية العمل المخطط بالأيام.

دراسة شبكات الأعمال والمسارات الحرجة تتيح امكانية تحديد بعض الاستنتاجات العملية مثل:

على المديرين تنفيذ الأعمال الحرجة في الوقت المناسب والتركيز على تأمين الموارد المادية والبشرة لكي لا يتأخر تنفيذ المشروع بالكامل.

إذا تبين بأن وقت تنفيذ النشاطات أكبر من الوقت المقرر من السلطات الأعلى فيجب أن تسعى الإدارة لتخفيض زمن تنفيذ الأنشطة الحرجة.

شبكة الأعمال يمكن أن تضم أكثر من طريق حرج، حيث أن النشاط (٩ – ١٠) استمر (١٥) يوماً بدلاً من (١١)، أي أن النشاط المذكور له مساران حرجان ١ – ٣ – ٤ – ٦ – ٧ – ٩ – ١٠ ؛ ١ – ٣ – ٤ – ٦ – ٧ – ٨ – ١٠.

احتساب الوقت المتوقع:

يحتسب الزمن المتوقع بالنسبة للأنشطة كافة في المشروع في ضوء التقدير المتشائم والتقدير المتفائل والتقدير الأكثر احتمالاً لاستمرارية تنفيذ النشاط:

التقدير المتشائم للوقت الذي يمثل الزمن اللازم لتنفيذ النشاط مع افتراض حدوث بعض المتغيرات (المؤثرات) التي قد تؤخر التنفيذ. وهذا الوقت هو الأطول بالمقارنة مع بقية الأوقات.

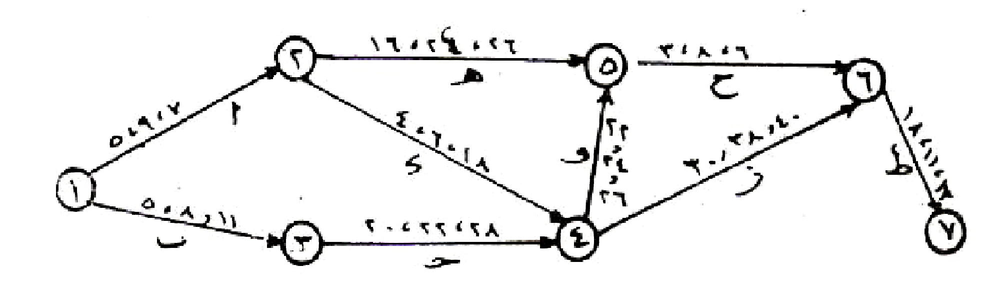
الوقت التفاؤلي ويمثل الوقت الضروري لتنفيذ الأنشطة في حال عدم حدوث أية اشكالات تعرقل وتؤخر التنفيذ، وهو أقصر الأوقات.

الوقت الأكثر احتمالاً. ويفترض هنا أن بعض أجزاء النشاطات قد تسير بشكل حسن وكما هو مرسوم لها، وبعضها الآخر قد يتعثر تنفيذه.

الوقت المتوقع = الوقت المتشائم + الوقت المتفائل + ٤ × الوقت الأكثر احتمالاً مقسوم على ٦

ز = أ + ب + ٤ حـ ؛ مقسوم على ٦

نقوم في ضوء شبكة الأعمال الواردة في الشكل رقم (٣) باعداد قائمة التقدير الزمني للأنشطة والحوادث. الشكل رقم (٤)



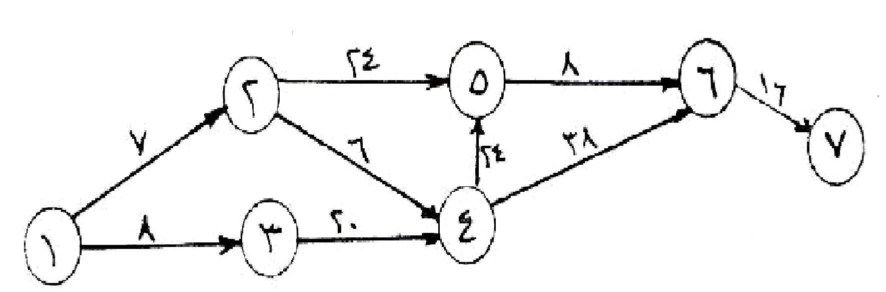
قائمة التقدير الزمني للحوادث والأنشطة

جدول رقم (١٠)

الأنشطة	الحوادث	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالاً	الوقت المتشائم	الوقت المتوقع
أ	١-٢	٥	٧	٩	٧
ب	١-٣	٥	٨	١١	٨
ج	٣-٤	١٨	٢٠	٢٢	٢٠
د	٢-٤	٤	٦	٨	٦
هـ	٢-٥	١٦	٢٤	٢٦	٢٣
و	٤-٥	٢١	٢٤	٢٦	٢٤
ز	٤-٦	٣٠	٣٨	٤٠	٣٨
ح	٥-٦	٣	٦	٨	٦
ط	٦-٧	١١	١٦	٢٠	١٦

نقوم الآن بتحديد مسارات هذه الشبكة:

شكل رقم (٥)



المسار الأول: يمر بالأحداث ١، ٢، ٥، ٦، ٧ ويستغرق من الوقت

٧ + ٢٤ + ٨ + ١٦ = ٥٥

المسار الثاني: يمر بالأحداث ١، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧ ويستغرق من الوقت

٨ + ٢٠ + ٢٤ + ٨ + ١٦ = ٧٦ يوماً

المسار الثالث: يمر بالأحداث ١، ٣، ٤، ٦، ٧ ويستغرق من الوقت

٨ + ٢٠ + ٣٨ + ١٦ = ٨٢ يوماً.

وبناء على ذلك فإن المسار الثالث الذي يمر بالأحداث ١، ٣، ٤، ٦، ٧ يسمى حرجاً لأنه يستغرق زمناً قياسياً (٨٢) يوماً بالنسبة للمسارين الأول والثاني.

مع زيادة المجالات بين تقديرات الوقت التفاؤلي والوقت التشاؤمي تزداد درجة عدم التأكد بالنسبة للوقت المتوقع اللازم لاكمال النشاط المحدد.

تستخدم بعض المقاييس الاحصائية في تقدير وقياس التغيرات التي قد تحدث في تقدير الزمن، ومن هذه المقاييس الانحراف المعياري ومقياس التشتت. وتعبر هذه المعايير عن مقدار الزيادة أو النقص في قيم الأوقات المتشائم والمتفائل والأكثر احتمالاً. زيادة قيم الانحراف والتشتت دليل زيادة الفروق في حساب قيم الوقت والعكس صحيح أيضاً.

$$\text{الانحراف المعياري} = \frac{\text{الوقت المتشائم} - \text{الوقت المتفائل}}{٦}$$

$$\text{مقياس التشتت} = \left(\frac{\text{الوقت المتشائم} - \text{الوقت المتفائل}}{٦}\right)^{2}$$

كما هو واضح من دراسة شبكات الأعمال واستخدام أسلوب بيرت والمسار الحرج تبين لنا الدور الفعال والمتمثل في تقديم المعلومات والبيانات الضرورية للإداريين بغية اتخاذ القرارات الصحيحة والرشيدة والتي تحقق مصالح المنشأة والعاملين فيها والمجتمع في الوقت نفسه. وذلك من خلال تحديد الأزمان اللازمة لتنفيذ كل نشاط من الأنشطة والمصاريف والنفقات التي يتحملها المشروع في كل مرحلة من مراحل تنفيذه. ولهذا فإن الشبكات ونتائجها تستخدم كأداة رقابية فعالة على تنفيذ الأعمال ومستويات الأداء والالتزام بثوابت التكاليف المقررة بصورة مسبقة من قبل إدارة المشروع. مع ضرورة مراعاة التغيرات الخارجية التي تؤثر على النفقات والمصاريف والتي لا علاقة لإدارة المشروع بها.

أهم ما يميز أسلوب بيرت في جدولة وبرمجة الأعمال والنشاطات في المشاريع الاقتصادية هي أن شبكة الأعمال تعطي المدير صورة صحيحة وواضحة لوضع خطط المشروع وتمكنه من الاحتفاظ بالمعلومات عن نشاطات مشروعه، كما تجعل الإدارة أكثر قدرة على رصد التغيرات في الأداء. بما أن الشبكة تحدد الحوادث والنشاطات فهي تساهم أيضاً في تحديد مسئوليات الأفراد والمديرين ومن البدء ونهاية تنفيذ النشاطات وتظهر التنسيق الانسيابي في أداء الأعمال.

وفي الوقت نفسه فإن اسلوب بيرت يساعد على توفير الزمن الذي تستغرقه عملية تنفيذ الأنشطة من خلال العمل على التوازي في أكثر من نشاط. إضافة إلى ذلك فنظام بيرت يساعد على تحقيق الرقابة على الأداء والتأكد من صحة الأعمال المنفذة.

يستخدم اسلوب بيرت في إدارة الانتاج والتسويق والبحوث والتطوير والتخطيط للمشروعات الجديدة وغير ذلك.

الفصل السادس

أسلوب ماركوف كأداة للتنبؤ

أسلوب ماركوف كأداة للتنبؤ: Markov Chain

يمثل اسلوب ماركوف طريقة لتحليل الحركة الحالية المتغيرة في محاولة للتنبؤ بالحركة المستقبلية لنفس المتغير. وقد استخدم العالم الروسي ماركوف A.A.Markov هذا الأسلوب في وصف جزئيات غاز في إناء مغلق ثم التنبؤ بهذه الحركة في المستقبل.

ويقوم المنطق الأساسي لسلسلة ماركوف على أن السلوك المقبل لمتغير ما يتحدد أساساً بناء على سلوكه في الفترة السابقة مباشرة.

ويتميز منطق سلاسل ماركوف في هذا الصدد بنموذجين آخرين مما يطلق عليه Stochastic Models، أي النماذج التصادفية للتنبؤ وهما نموذج لترتيب الصفري Zero order Model، ونموذج التعلم Learning Model. ويفترض نموذج الترتيب الصفري أن قرارات الفترة السابقة لا تؤثر إطلاقاً على قرارات الفترة القادمة، ونموذج التعلم يفترض أن أي قرار في فترة زمنية ما يتوقف تماماً على التاريخ السابق والتجارب والخبرات المتراكمة لمتخذ القرار وليس على مجرد القرار السابق مباشرة.

ومن ذلك يتضح أن منطق سلاسل ماركوف يعتبر وسطاً بين نماذج الترتيب الصفري من ناحية ونماذج التعلم من ناحية أخرى، ومن ثم يقدم أداة هامة من أدوات التحليل لمساعدة الإدارة في اتخاذ قراراتها.وسلسلة ماركوف هي عبارة عن سلسلة من المواقف والأحداث المتعاقبة المتتابعة، حيث يكون فيها احتمال حدوث حدث معين معتمداً ومتوقفاً على الحدث السابق له مباشرة.ويعتبر أسلوب سلاسل ماركوف أسلوباً لتحليل تحركات أو تغيرات نظام ما كمحاولة للتنبؤ بالتحركات والتغيرات لهذا النظام في المستقبل. فعندما تتوافر المعلومات عن سلوك نظام معين، فإنه يمكن تحليل التغيرات المتتالية فيه، وإيجاد احتمال تحقق كل حالة من حالاته في فترة معينة من الزمن واحتمال تحقق ظروف التوازن، ويمكن عن طريق هذه المعلومات التنبؤ بسلوك هذا النظام في الفترة المقبلة.

وتستخدم سلاسل ماركوف في التنبؤ بما سيكون عليه نصيب الشركة في السوق لفترة قادمة، أي الحصة التى يحتمل أن تحصل عليها الشركة والمعدل الذي ستكسب به الشركة أو تخسر نصيبها

في السوق في المستقبل، والتنبؤ بإمكان حدوث حالة توازن Equilibrium في توزيع الحصص التسويقية للشركات المتنافسة في السوق، أي التنبؤ بنصيب السوق الذي يمكن أن تحصل عليه كل شركة من الشركات في فترات محددة في المستقبل في ظل ظروف التوازن.

كما تستخدم سلاسل ماركوف في المفاضلة بين الإستراتيجيات البديلة للتسويق وتقييم تلك الإستراتيجيات بهدف الاختيار من بينها، وتقييم معدلات التغير في حصص وأنصبة السوق على مدار فترة من الزمن، أي تقييم معدلات الإضافة والخسائر لكل شركة، وتقييمم حصص السوق التي في غير صالح شركة معينة، وكذلك تقييم العملية الخاصة بتقديم منتج جديد في السوق.

وتستخدم سلاسل ماركوف أيضاً في وصف أي عملية يحدث فيها تغيرات متتالية بحكم قوانين الاحتمالات سواء أكانت التغيرات عشوائية Random أو على فترات محددة. وسلاسل ماركوف هي أداة لتحليل السوق باستخدام هذه الأداة يمكن استخلاص نتائج دقيقة لموقف الشركة في السوق في الحاضر والمستقبل، وهي أيضاً أداة مساعدة في فحص وتحليل سلوك شراء المستهلكين، والتنبؤ بولائهم للعلامات التجارية وانتقال المستهلكين من علامة تجارية إلى أخرى خلال الزمن، والاستفادة من هذه المعلومات في التنبؤ بالمبيعات عن الفترة المقبلة وفي تحديد النصيب السوقي وفي رسم وتخطيط السياسات وتوجيه الجهود التسويقية.

مبررات استخدام أسلوب ماركوف

أسلوب ماركوف يمكنّ من التنبؤ بالنصيب المحتمل لكل شركة

وتحديد مدى التغير في نصيب كل شركة بالنسبة للشركات الأخرى المنافسة من عام لآخر، ولا شك أن عمل تلك التنبؤات تمكن الشركات من رسم سياستها التسويقية على ضوء هذه المعرفة وصولاً إلى أقصى درجات الفعالية لطاقاتها ومواردها التسويقية.

كما أن تحديد مدى التغير في نصيب الشركة بالنسبة للشركات الأخرى من عام لآخر يمكنّ كل شركة من القيام بدراسة أسباب ذلك، والعمل على وضع المناسب من السياسات التسويقية لعلاج أسباب ضعف مركزها التنافسي مما يقوي مركزها في السوق.

يتفق استخدام أسلوب ماركوف وطبيعة نشاط الشركات التي تتسم بوجود المنافسة على غزو السوق، وبذلك فهو يمكن من التحليل الكمي للطلب مع أخذ ظروف المنافسة بين الشركات في الاعتبار.

يعتبر أسلوب ماركوف أداة في أيدي الإدارة لتحليل السوق وباستخدام هذه الأداة تتمكن الشركات من استخلاص نتائج دقيقة لموقفها في السوق حاضراً ومستقبلاً، وهذا النوع من التحليل ضروري لتحديد مدى نجاح كل شركة بالنسبة لمنافستها مع الشركات الأخرى في اكتساب أسواق جديدة أو مدى خسارتها لبعض الأسواق الحالية، حيث تبين أنه لا تكفي مجرد الزيادة المطلقة في إيرادات الشركة من عام لآخر للحكم على نجاحها. وينفرد أسلوب ماركوف دون الأساليب التقليدية الأخرى بتحديد ذلك.

لما كان من الضروري أن يتسم نموذج التنبؤ المستخدم بأن يكون بسيطاً وعملياً حتى يسهل استخدامه، فإن أسلوب ماركوف يتميز عن الأساليب التقليدية السابقة بسهولة إجراءاته الحسابية، فضلاً عن أنه يمكن إجراء هذه العمليات الحسابية باستخدام الآلات الحاسبة أي لا يتطلب بالضرورة استخدام الحاسب الآلي، وذلك بعكس الحال عند استخدام نماذج الانحدار فهي تستلزم ضرورة استخدام الحاسبات الآلية الكبيرة لتعقد العمليات الحسابية.

كما أن تطبيق أسلوب ماركوف لا يتطلب كثيراً من البيانات اللازمة لإجراء العمليات الحسابية المطلوبة، إذ يتطلب أسلوب ماركوف إعداد بيانات عن عام واحد سابق، ولا يتطلب افتراضات جوهرية مثل افتراض الخطية وعدم وجود ارتباط خطي تام ... كما هو الحال في نماذج الانحدار، **ويتصف النموذج أيضاً بالبساطة والوضوح ويتسم بالمرونة، حيث يمكن استخدام أي متغيرات مستقلة** يرى المحلل المالي أن لها قدرة تنبؤية عالية.

خطوات استخدام أسلوب ماركوف

إعداد البيانات الأساسية اللازمة للتحليل: حتى تتوافر المكونات الضرورية لتطبيق أسلوب ماركوف.

حساب مصفوفة احتمالات الانتقال (تحديد مصفوفة التحركات الاحتمالية).

يمكن وضع الاحتمالات في صورة مصفوفة الانتقال Transition Matrix ويمكن أن يرمز لها بالرمز (p) وكل عنصر من هذه المصفوفة بالرمز (p_{ji})، وهو بمثابة احتمال شرطي يبين أنه لو كانت العملية الآن في الحالة (i) فإنها سوف تنتقل إلى الحالة (j) في الخطوة التالية.

كما يمكن أن يُرمز لكل شركة بالرمز (s) وللفترة الزمنية بالرمز (n) ويُرمز للعد الكلي للمراحل بالرمز (m)، وعلى أساس ذلك فإنه يمكن تصور مصفوفة احتمالات الانتقال على شكل قائمة من – إلى from – to table.

توضح الانتقال من الحالة (i) إلى الحالة (j) على النحو التالي:

From Present **To Next**

(n = 0) **(n = 1)**

$$P = \begin{array}{c} \\ S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{array} \begin{array}{c} S_1 \quad S_2 \quad \quad \quad S_m \\ \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots\cdots\cdots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots\cdots\cdots & P_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \cdots\cdots\cdots & P_{mm} \end{bmatrix} \end{array}$$

ولابد من توافر الشروط التالية في مصفوفة احتمالات الانتقال السابقة:

أ- كل عنصر من المصفوفة السابقة يمثل احتمالاً، أي أنه يتدرج من الصفر حتى الواحد الصحيح، وبذلك يتحقق الشرط الأول في مصفوفة الاحتمال السابقة وهو

$$O \leq Pij \leq 1$$

ب- مجموع كل صف من هذه المصفوفة يجب أن يساوي الواحد الصحيح، وبذلك يتحقق الشرط الثاني، وهو:

$$\sum_{j=1}^{m} p_{ij} = 1 \qquad i=1 \; , \; 2,\ldots\ldots,m$$

ويمثل كل صف من صفوف مصفوفة احتمالات الانتقال متجهاً احتمالياً يمكن أن يُرمز له بالرمز وبذلك فإنه يمكن القول أن مصفوفة احتمالات الانتقال ما هي إلا مجموعة من صفوف المتجهات الاحتمالية.

وحتى يمكن وصف سلاسل ماركوف وصفاً كاملاً فلابد من معرفة كل من الحالة الحالية Current state والتحركات الاحتمالية Transition Probabilities والحالة الحالية يمكن وصفها بأنها أخر حدث تم في الفترة السابقة مباشرة، أو يمكن القول بمعنى آخر أنها الحالة الاحتمالية القائمة التي يبدأ بها التحليل التحركي.

أما التحركات الاحتمالية فهي عبارة عن احتمالات التحرك أو التغير بين الحالات الممكنة، وقد تكون هذه الحالات مواقع مختلفة أو مصانع تقوم بإنتاج نفس المنتج أو علامات تجارية مختلفة لمنتج واحد أو ما شابه ذلك.

ويمكن عن طريق التحليل تحديد احتمال الحالة المتوقعة في أي فترة زمنية في المستقبل في ضوء الحالة السابقة لها مباشرة.

وعلى ذلك إذا رمزنا لاتجاه نصيب كل شركة في السوق في تاريخ معين (t) (نقطة البداية) بالرمز k ولمصفوفة التحركات الاحتمالية خلال هذه الفترة بالرمز p فإن:

وبفرض ثبات P

$$K_{t+n} = K_t . (P^t)^n \quad \dots\dots\dots\dots (1)$$

تدريب (١)

صف سلاسل ماركوف وصفا كاملا وذلك في معرفة الحالة الحالية والتحركات الاحتمالية ؛ استعن في تحديد ذلك بالميزانية العمومية الحالية لشركة ما مقارنة مع المخطط للعام القادم

الحال:

الميزانية العمومية التي تم اعدادها تمثل في سلاسل ماركوف الحالة الحالية

(Current State) فهي بمثابة اعداد بيانات عن عام سابق ؛ اما الميزانية المستفبلية للعام القادم فهي فى سلاسل ماركوف تمثل حالة احتمالية (Transition Probabilities

الحالة الاحتمالية في بنود الميزانية المستقبلية تخضع لاحتمال الثبات أو الزيادة أو النقصان في كل بنودها ولو نظرنا الى الميزانية العمومية السابقة و الميزانية السابقة لها يمكن ان ترى توجه بنود الميزانية نحو الثبات أو الزيادة أو النقصان عند المقارنة بينها وبذات المنوال يمكن النظر لسوق المنافسة بين الشركات وادراك نصيب كل شركة في السوق في تاريخ معين .

التنبؤ بالأنصبة المتوقعة للشركات خلال الفترة القادمة (حساب حصص السوق المحتملة مستقبلاً).

عزيزي الدارس، نظراً لأن منطق سلاسل ماركوف يستند إلى أن سلوكاً متغيراً ما في فترة قادمة يتوقف تماماً على سلوكه في الفترة السابقة مباشرة؛ لذلك فإن حصص الشركات في بداية الفترة الثانية ستتوقف على حصصها في بداية الفترة الأولى: وهكذا.

هذا ويمكن أن يحسب النصيب المحتمل لكل شركة من خلال الفترة القادمة باستخدام احدى الطريقتين التاليتين:

أ. الطريقة الأولى: بمقتضاها يتم ضرب حصص الشركات في مصفوفة احتمالات الانتقال الأساسية (أ) بعد وضعها باسم مناسب يساوي عدد السنوات المطلوب التنبؤ بها، فعلى سبيل

المثال إذا رغبنا في التنبؤ بالأنصبة المحتملة للشركات خلال السنة الثانية فإنه يتم تربيع المصفوفة الأصلية وضربها في نصيب كل شركة خلال الفترة الأولى... وهكذا.

ب. الطريقة الثانية: تتم بواسطة ضرب مصفوفة احتمالات الانتقال (أ) في نصيب الشركات في الفترة الأولى للحصول على أنصبتها في الفترة الثانية، ثم ضرب مصفوفة الاحتمالات الأصلية (أ) في أنصبتها في السنة الثانية للحصول على انصبتها في السنة الثالثة، وهكذا يستمر الحال في السنوات الرابعة والخامسة ... إلخ.

ولتلخيص استخدامات الطريقتين من الواضح أن الطريقة الأولى تستخدم إذا كان الهدف استخراج النصيب المحتمل لكل شركة لفترة قادمة معينة، في حين تستخدم الطريقة الثانية إذا كان الهدف ملاحظة التغيرات التي تحدث في السوق خلال كل الفترات المتداخلة.

التنبؤ بحالات التوازن (تحديد شروط التوازن) Equilibrium Conditions

يمكن استخدام مصفوفة احتمالات الانتقال إيضاً في تحديد احتمالات التوازن كأداة للتنبؤ في المدى الطويل، ويمكن تعريف احتمالات التوازن بأنها الاحتمالات طويلة الأجل للبقاء في حالة معينة بعد أن استمرت العملية لمدة كافية حتى تلاشت الاشتراطات المبدئية.

ويتحقق التوازن عندما يكون:

نصيب الشركات المختلفة المتنافسة في السوق لن يتغير.

لا يكون هناك تغيير في حصة المتنافسين من مرة إلى أخرى.

تثبت سياسة المتنافسين ونسب التحويلات بينهم وتكون الظروف طبيعية وتطول الفترة الزمنية، حيث إن التوازن يتحقق عادة في الأجل الطويل ويصلح في تقدير حصة المنشأة لفترات طويلة، بحيث يمكن الاعتماد على هذا التقدير في التخطيط طويل الأجل.

لا تتخذ إحدى الشركات إجراءات من شأنها تعديل مصفوفة التحركات الاحتمالية.

لا تتغير أنصبة الشركات من حصص السوق طالما أن مصفوفة التحركات الاحتمالية كما هي بدون أي تغيير.

حيث يتوافر الشرط التالي:

حصص الشركات في السوق× مصفوفة التحركات الاحتمالية = حصص الشركات في السوق

وحالة التوازن تحسب بناء على فرض أساسي مؤداه أن مصفوفة التحركات الاحتمالية تظل كما هي دون تغيير، وأن الشركات المتنافسة تظل قدرتها على الاحتفاظ بعملائها وجذب عملاء

جدد وخسارة عملاء حاليين كما هي في حالة ثبات، وبالطبع فإنه إذا تغيرت مصفوفة التحركات الاحتمالية نتيجة إجراءات اتخذتها الإدارة فإن حصص حالة التوازن يجب أن تحتسب من جديد.

ومن الحقائق المتصلة بتحليل سلاسل ماركوف أن التوازن النهائي يظل كما هو أياً كانت حصص السوق الأولية للشركات طالما أن حصة أي شركة ليست (صفراً)، وأن مصفوفة التحركات الاحتمالية لا تتغير وتبقى ثابتة، وبعبارة أخرى فإن النتيجة الخاصة بحصص لسوق في حالة التوازن لا تختلف باختلاف حصص السوق الأولية.

ويمكن القول أنه كلما كانت حصص السوق الأولية قريبة من حصص السوق في حالة التوازن كلما كان الوصول إلى حالة التوازن أسرع.

وهناك نوع آخر من التوازن مؤداه أن تتقاسم شركتان في النهاية السوق كله ويتواجد نوع ثالث من التوازن حيث لا تنفرد شركة أو شركتان بالسوق كله ولحساب احتمالات حالة الثبات steady – state probabilities لسلاسل ماركوف نجد أنها تتجه نحو حالة يطلق عليها الثبات أو التوازن.

وهذا معناه أن هذه الاحتمالات تتجه نحو قيم حالة الثبات والاستقرار كلما زادت الفترات الزمنية. ومع زيادة الفترات الزمنية فإن الصفوف تصبح متشابهة إلى حد كبير، أي إن الاحتمال لأي حالة مستقبلة يصبح مستقلاً عن صورته المبدئية، وذلك كلما تقدمنا أكثر وأكثر نحو المستقبل فاحتمال حالة الثبات هو احتمال الحالة في الزمن الطويل.

ويلاحظ أن حدود حالة الثبات تكون هي نفس الحدود التي يتم التوصل إليها في ضوء مصفوفة التحركات الاحتمالية مهما كانت نقطة الابتداء في النظام، وكل ما في الأمر أن حالة الثبات قد تسرع أو تتأخر طبقاً لاختلاف النسب الأصلية للحالة عن النسب المحددة في حالة الثبات.

وهناك طريقتان لتحديد نسب حالة الثبات أو حدود حالة الثبات:

طريقة مجموع التدفقات **sum of flow method** وهي تستخدم الطرق التقليدية المعروفة في الحذف والتعويض لاشتقاق حدود الثبات لكل متغير.

أما الطريقة الثانية فهي طريقة معادلة المصفوفة **matrix equation** وتستخدم أسلوب المحددات أو المصفوفات في إيجاد قيم هذه الحدود.

وفي طريقة معادلة المصفوفة نجد أنها تشتق حدود أو احتمالات حالة الثبات على أساس حقيقة هامة هي أنه إذا كان احتمال الحالة في الفترة المقبلة = احتمال الحالة في الفترة السابقة مباشرة × مصفوفة التحركات الاحتمالية، فإنه عندما نصل إلى حالة الثبات فإن الاحتمالات المطلقة لا تتغير، بمعنى أن:

$$K_t . P = K_t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث إن K_t: المتجه الأفقي لاحتمالات حالة الثبات

P: مصفوفة التحركات الاحتمالية.

مع ملاحظة أن عناصر هذا المتجه K يجب أن تساوي واحداً صحيحاً أي أن:

$$\sum_{L-1}^{n} K_t . L = 1 \qquad L = 1 , 2 , \ldots\ldots , n$$

افتراضات النموذج:

إن الفترة الزمنية للتنبؤ تكون في المدى المتوسط أو القصير الأجل حيث توجد انتقالات (تحركات) مبدئية كبيرة تتناقص تدريجياً مع استمرار العملية، وتختفي تماماً عند الوصول إلى مرحلة التوازن.

إن حجم السوق ثابت خلال الفترة الزمنية المحددة للتنبؤ.

ثبات الاحتمالات من فترة لأخرى، حيث إن تقدير هذه الاحتمالات يتطلب فترة طويلة وكلما طالت فترة تقدير الاحتمالات كان ثباتها أمراً بديهياً.

سلاسل ماركوف ثلاث مستويات أو درجات

* سلسلة ماركوف من الدرجة الأولى First – order Markov Process

وهي مبنية على افتراض أن احتمال الحدث التالي next event يتوقف تماماً على نتائج الحدث السابق مباشرة.

*** سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية Second – order Markov Process** وتفترض أن احتمال الحدث في المرة القادمة يمكن أن يتوقف على نتائج الحدثين السابقين له مباشرة.

*** سلسلة ماركوف من الدرجة الثالثة Third – order Markov Process** وتفترض أن السلوك المستقبل للظاهرة يمكن التنبؤ به بدراسة سلوكها في الفترات الزمنية الثلاثة السابقة على

الفترة موضع التنبؤ. وبفرض وجود ٣ ماركات لسلعة معينة أ، ب، ج وهذه السلعة تعتبر من سلع الاستقراب. ومن خلال دراسات السوق المتعمقة المبنية على مقابلات شخصية متعمقة مع عينة مكونة من عدة مئات من المستهلكين أمكن تحديد معدلات استمرار العملاء في استخدام ماركة معينة أو معدلات التحول من ماركة لأخرى.كما يتضح من مصفوفة التحولات الاحتمالية التالية:

إلى / من	ماركة أ	ماركة ب	ماركة ج
ماركة أ	0.45	٠,٠٥	٠,٠٥
ماركة ب	0.35	٠,٨٠	0.20
ماركة ج	0.20	٠,١٥	٠,٧٥

والذي يتضح منه ما يلي:

أن ٩٠٪ من مستهلكي (أ) استمروا في ولائهم لتلك الماركة، ٨٠٪ من مستهلكي (ب) استمروا في استهلاك الماركة (ب)، وكذلك ٧٥٪ من مستهلكي (ج) استمروا في استهلاكها.

أن هناك احتمال ٥٪ أن يتحول المستهلك من استخدام الماركة (أ) إلى الماركة (ب)، وكذلك هناك احتمال ٥٪ أن يتحول المستهلك من استخدام الماركة (أ) إلى الماركة (ج).

وهكذا يمكن تفسير بقية قيم تلك المصفوفة.

ويلاحظ أن أهم ما يريد منتج أو تاجر ماركة معينة معرفته هو حصته السوقية، ويفرض أن دراسة السوق بينت أن الحصص السوقية للماركات الثلاث هي: ٤٥٪، ٣٥٪، ٢٠٪ لكل من أ، ب، ج على الترتيب ؛ استخدام سلاسل ماركوف في التنبؤ بالحصص السوقية للماركات الثلاث لأكثر من فترة تجارية: بالرجوع إلى مصفوفة التحولات وبأخذ وجهة نظر الماركة (أ) نجد أن ٩٠٪ من الحصة السوقية للماركة (ا) سوف سيستمرون في استهلاك الماركة (أ)، وأن ١٠٪ من الحصة السوقية للماركة (ب) سيتحولون إلى استهلاك الماركة (أ)، وأن ١٠٪ من الحصة السوقية للماركة (ج) سيتحولون إلى استهلاك الماركة (ا).

وعلى ذلك فإنه يمكن التنبؤ للماركة (أ) بالحصول على حصة سوقية:

الموقف القديم	×	الاحتمالات التحولية	=	الموقف الجديد
٠,٤٥	×	٠,٩٠	=	٠,٤٠٥٠
٠,٣٥	×	٠,١٠	=	٠,٠٣٥٠
٠,٢٠	×	٠,١٠	=	٠,٠٢٠٠
				٠,٤٦٠٠

أي أن الماركة (أ) سوف تحصل على حصة سوقية ٤٦٪ في الفترة الجديدة بزيادة (+) (١٪) عن حصتها في الفترة السابقة.

وبنفس الطريقة يمكن التنبؤ بحصص ب، ج كما يلي:

ماركة (ب)	ماركة (ج)
٠,٤٥ × ٠,٠٥ = ٠,٠٢٢٥	٠,٤٥ × ٠,٠٥ = ٠,٠٢٢٥
٠,٣٥ × 0.80= 0.2800	٠,٣٥ × 0.20 = 0.0700
٠,٢٠ × ٠,١٥ = ٠,٠٣٠٠	٠,٢٠ × ٠,٧٥ = ٠,١٥٠٠
0.3325	0.2425

حدث تغير في حصة (ب) بالنقص (–) (١,٧٥٪)

حدث تغير في حصة (ج) بالزيادة (+) (٠,٧٥ ٪)

محصلة الزيادة والنقص للماركات الثلاث هي = + ١ – ١,٧٥ + ٠,٧٥ = صفر

ويمكن تكرار التنبؤ بالحصص السوقية في الفترة ٢ كما يلي:

ماركة (أ)	ماركة (ب)	ماركة (ج)
0.45× ٠,٩٠ = ٠,٤١٤	0.45 ×٠,٠٥ = 0.0225	0.45×٠,٠٥ = ٠,٠٢٣
0.35 ×٠,١٠ = ٠,٣٣٢٥	0.35×٠,٨٠ = 0.2800	0.35×0.20=٠٣٣٢٥
0.20×٠,١٠ =٠,٠٢٠٧	0.20×٠,١٥ =0.2000	0.20×٠,٧٥= ٠,١٥٥٥٢٦
٠,٤٦٨	0.3325	0.2425
زيادة (+) (٠,٨٪)	نقص(–) (١,٢٤٪)	زيادة (+) (٠,٤٤٪)

ويمكن تكرار التنبؤات لفترات أخرى.

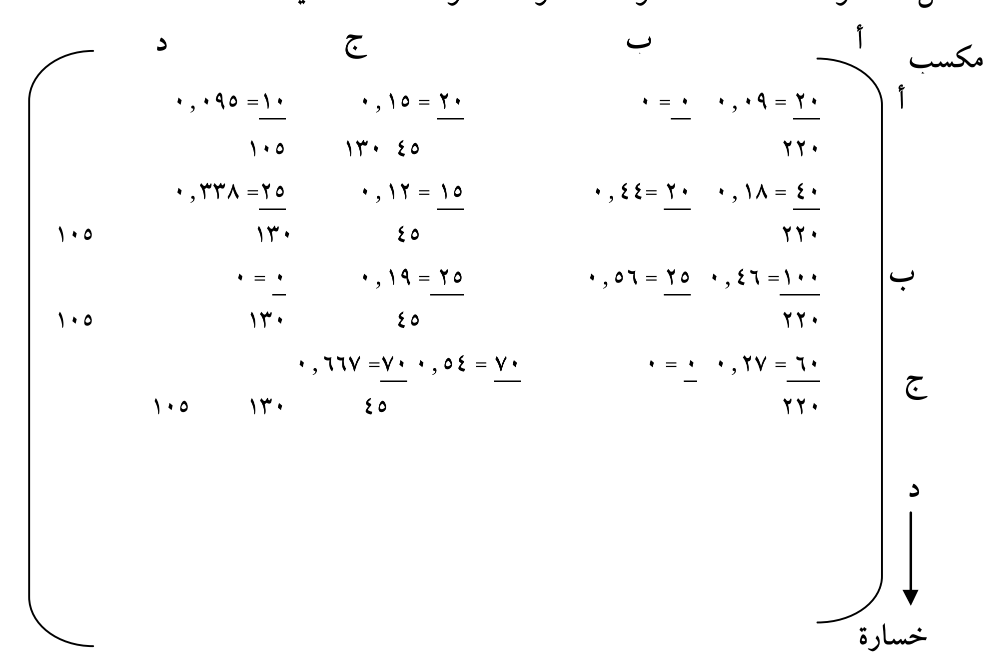
مثال:

إذا افترضنا أن عدد العملاء في السوق (٥٠٠) عميل موزعين على ٤ شركات هي أ، ب، ج، د وكانت تحولات العملاء خلال شهر يوليو كالآتي:

	أ	ب	ج	د	
أ	٢٠	٠	٢٠	١٠	٥٠
ب	٤٠	٢٠	١٥	٢٥	١٠٠
ج	١٠٠	٢٥	٢٥	٠	١٥٠
د	٦٠	٠	٧٠	٧٠	٢٠٠
	٢٢٠	٤٥	١٣٠	١٠٥	٥٠٠

أوجد نصيب كل شركة من السوق في شهر أغسطس

الحل: مصفوفة احتمالات التحول (مصفوفة التحولات الاحتمالية)



نصيب الشركات من السوق في شهر يوليو:

أ	٥٠ / ٥٠٠ = ٠,١
ب	١٠٠ / ٥٠٠ = ٠,٢
جـ	١٥٠ / ٥٠٠ = ٠,٣
د	٢٠٠ / ٥٠٠ = ٠,٤

نصيب الشركات من السوق في شهر أغسطس:

= مصفوفة احتمالات التحول × نصيب الشركات من السوق في شهر يوليو

٠,١	٠,٠٩	٠	٠,١٥	٠,٠٩٥
٠,٢	٠,١٨	٠,٤٤	٠,١٢	0.338
٠,٣	٠,٤٦	٠,٥٦	٠,١٩	٠
٠,٤	٠,٢٧	٠	٠,٥٤	٠,٦٦٧

٠,٠٩ × ٠,١ + صفر × ٠,٢ + ٠,١٥ × ٠,٣ + ٠,٠٩٥ × ٠,٤	0.173	
٠,١٨ × ٠,١ + ٠,٤٤ × ٠,٢ + ٠,١٢ × ٠,٣ + 0.335 × ٠,٤	0276	
٠,٤٦ × ٠,١ + ٠,٥٦ × ٠,٢ + ٠,١٩ × ٠,٣ + صفر × ٠,٤	0.214	
٠,٢٧ × ٠,١ + صفر × ٠,٢ + ٠,٥٤ × ٠,٣ + ٠,٦٦٧ × ٠,٤		٠,٤٥٥٨

وللتنبؤ بنصيب الشركات في شهر سبتمبر يتم ضرب مصفوفة احتمالات التحول × نصيب الشركات من السوق في شهر أغسطس ... وهكذا.

مقارنة نصيب الشركات من السوق في شهر يوليو واغسطس

النصيب السوقي للشركة	شهر يوليو	شهر اغسطس
أ	٠,١	0.173
ب	٠,٢	0.276
ج	٠,٣	0.214
د	٠,٤	٠,٤٥٥٨

يلاحظ التحسن النسبي في نصيب السوق للشركة ب، د ونقص نصيب السوق للشركة أ، ج حالة عملية: لدينا ثلاث شركات أ، ب، ج كل منها تمد العملاء بكل مستلزماتهم من السلع. ومن المعروف لدى هذه الشركات أن العملاء يتحولون من شركة لأخرى وذلك إما بتأثير الإعلان أو نتيجة عدم الاقتناع بسلع الشركة الذي يتحولون عنه أو لعدم الرضى عن مستوى الخدمة أو نوع المعاملة التي يتلقونها من العاملين بالشركة فإذا كانت كل شركة تدون أو تحتفظ بسجلات كاملة عن حركة عملائها.

افترض أن لدينا البيانات التالية عن حركة العملاء في شهري يناير وفبراير:

الشركة	يناير	جذب من	تحول إلى	فبراير
		أ ب ج	أ ب ج	
أ	٢٠٠	٠ ٣٥ ٢٥	٠ ٢٠٠ ٢٠	٢٢٠
ب	٥٠٠	٢٠ ٠ ٢٠	٣٥ ٠ ١٥	٤٩٠
ج	٣٠٠	٢٠ ١٥ ٠	٢٥ ٢٠ ٠	٢٩٠
مجـ	١٠٠٠			١٠٠٠

فالمطلوب: (١) حساب مصفوفة احتمالات التحول.

(٢) التنبؤ بنصيب كل شركة من السوق في الفترة القادمة.

(٣) إيجاد قيم التوازن.

١. حساب مصفوفة احتمالات التحول أو الانتقال:

	أ ب ج	
أ	0 ٣٥ ٢٥	
ب	٢٠ 0 ٢٠	
ج	٢٠ ١٥ 0	

مكسب

أ ١ – (.١ + .١) = .٨ ٣٥ = .٠٧ ٢٥ = .٠٨٣

٣٠٠ ٥٠٠

ب ٢٠ = .١ ١– (.٠٧ + .٠٣) = ٩ . ٢٠ = .٠٦٧

٣٠٠ ٢٠٠

ج ٢٠ = .١ ١٥ = .٠٣ ١ – (.٠٦٧+ 0.083) = .٨٥

٥٠٠ ٢٠٠

٢. حساب نصيب كل شركة من السوق في الفترة الحالية (شهر فبراير)

أ	٢٢٠ , ١٠٠٠	= 0.٢٢
ب	٤٩٠ ١٠٠٠	= 0.٤٩
ج	٢٩٠ ١٠٠٠	= 0.٢٩

٣. حساب نصيب كل شركة من السوق في الفترة التالية (شهر مارس)

= مصفوفة احتمالات الانتقال × نصيب الشركات – شهر فبراير

0.٨ 0.٧ 0.٨٣ 0.٢٢

0.١ 0.٩ 0.٠٦٧= .0 0.٤٩

0.١ 0.٠٣ 0.٨٥ 0.٢٩

٠,٨ × ٠,٢٣٤٣٧ + ٠,٠٧ × ٠,٤٨٢٤٣٩ + ٠,٨٣ × ٠,٢٨٣٢ 0.244772 .
٠,١ × ٠,٢٣٤٣٧ + ٠,٠٧ × ٠,٤٨٢٤٣ + ٠,٦٧ × ٠,٢٨٣٢ = 0.476607
٠,١ × ٠,٢٣٤٣٧ + 0.03 x ٠,٤٨٢٤٣ + ٠,٨٥ × ٠,٢٨٣٢ 0.27863 .

وبافتراض ثبات مصفوفة احتمالات التحول (وهي سمة أساسية من سمات هذه المصفوفة).

دراسة توازن السوق وايجاد قيم التوازن

عزيزي الداس، نرمز لوضع التوازن للشركة أ في الفترة الحالية بالرمز(أت)

والفترة السابقة عليها مباشرة بالرمز أن-١

والفترة اللاحقة لها مباشرة بالرمز أن+١

وكذلك للشركة ب: بن، بن-١، بن+١

والشركة جـ: جـن، جـن-١، جـن+١

ومن ثم يمكن كتابة المعادلات التالية:

أن = ٠,٨ + ٠,٠٧ بن-١ + ٠,٠٨٣ جـن-١

بن = ٠,١ أن-١ + ٠,٩ بن-١ + ٠,٠٦٧ جـن-١

جـن = ٠,١ أن-١ + ٠,٠٣ بن-١ + ٠,٨٥ جـن-١

وبافتراض أن نصيب أي شركة في الفترة الحالية مساوٍ تقريباً لنصيبه في الفترة السابقة عليها مباشرة فإنه يمكن إعادة كتابة المعادلات السابقة في الشكل:

أ = ٠,٨ أ + ٠,٠٧ ب + ٠,٠٨٣ جـ

ب = ٠,١ أ + ٠,٩ ب + ٠,٠٦٧ جـ

جـ = ٠,١ أ + ٠,٠٣ ب + ٠,٨٥ جـ

ويمكن إعادة كتابتها في الصورة

صفر = - ٠,٢ أ + ٠,٠٧ ب + ٠,٠٨٣ جـ (١)

صفر = ٠,١ أ – ٠,١ ب + ٠,٠٦٧ جـ (٢)

صفر = ٠,١ أ + ٠,٠٣ ب – ٠,١٥ جـ (٣)

ويلاحظ أن أ + ب + جـ = ١   (٤)

أي يصبح لدينا أربع معادلات في ثلاثة مجاهيل، وبحذف واحدة منها ولتكن الثالثة يصبح لدينا ثلاثة معادلات فقط في ثلاثة مجاهيل.

صفر = ٢,٠ أ + ٠٧,٠ ب + ٠٨٣,٠ جـ   (١)

صفر = ١,٠ أ – ١,٠ ب + ٠٦٧,٠ جـ   (٢)

١ = أ + ب + جـ   (٤)

نرمز لوضع التوازن للشركة (أ) في الفترة الحالية بالرمز $أ_{ن}$ والفترة السابقة، عليها مباشرة بالرمز $أ_{ن-١}$ والفترة اللاحقة لها مباشرة بالمرمز $أ_{ن+١}$

وكذلك الشركة ب:

$ب_{ن}$، $ب_{ن-١}$، $ب_{ن+١}$

والشركة جـ:

$جـ_{ن}$، $جـ_{ن-١}$، $جـ_{ن+١}$

ومن ثم يمكن كتابة المعادلات التالية:

$أ_{ن}$ = ٨، $أ_{ن-١}$ + ٠٧، $ب_{ن-١}$ + ٨٣، $جـ_{ن-١}$

$ب_{ن}$ = ١، $أ_{ن-١}$ + ٩، $ب_{ن-١}$ + ٦٧، $جـ_{ن-١}$

$جـ_{ن}$ = ١، $أ_{ن-١}$ + ٠٣، $ب_{ن-١}$ + ٨٥، $جـ_{ن-١}$

وبأفتراض أن نصيب أي الشركة في الفترة الحالية مساوٍ تقريباً لنصيبه في الفترة الشابقة عليها مباشرة فإنه يمكن إعادة كتابة المعادلات السابقة في الشكل.

أ = ٨، أ + ٧، ب + ٠٨٣، جـ

ب = ١، أ + ٩، ب + ٠٦٧، جـ

جـ = ١، أ + ٠٣، ب + ٠٨٥، جـ

ويمكن اعادة لتابتها في الصورة

صفر = – ٢، أ + ٠٧، ب + ٠٨٣، جـ

صفر = ١، أ – ١، ب + ٠٦٧، جـ

صفر = ١، أ + ٠٣، ب – ١٥، جـ

ويلاحظ أن أ + ب + جـ = ١

أي يصبح لدينا أربعة معادلات في ثلاثة مجاهيل ويحذف واحد منها ولتكن الثالثة يصبح لدينا ثلاثة معادلات فقط في ثلاثة مجاهيل.

صفر = ٢، أ + ٠٧، ب + ٠٨٣، جـ (١)

صفر = ١، أ – ١، ب + ٠٦٧، جـ (٢)

١ = أ + ب + جـ

وبأستخدام المحددات في حل المعادلات نحصل على قيم التوازن كما يلي:

△ | -٢، ٠٧، ٠٨٣, |
| ١، – ١، ٠٦٧, |
| ١ ١ ١ |

باختيار الصف الأول (أ) مثلاً

| -١ ٦٧ ١، ٠٦٧، ١، -١، |
| -٢ -٠٧ +٨٣، |
| ١ ١ ١ ١ ١ ١ |

= – ٢ , ٠ (– ١ , ٠ – ٠٦٧ , ٠) – ٠٧ , ٠ (١ , ٠ – ٠٦٧ , ٠) + ٠٨٣ , ٠ (١ , ٠ + ١ , ٠)

= ٢ , ٠ (– ١٦٧ , ٠) – ٠٧ , ٠ (٠٣٣ , ٠) + ٠٨٣ , ٠ (٢ , ٠)

= + ٠٣٣٤ , ٠ – ٠٠٢٣١ , ٠ + ٠١٦٦ , ٠ = ٠٤٧٦٩ , ٠

بجذف العمود الأول (عموداً) ووضع الثوابت بدلاً منه

٠ ٠٧. ٠٨٣.

△أ = ٠ -١. ٠٦٧.

١ ١ ١

باختيار الصف الأول مثلاً

+ ٠ – ٠٫٠٧ ٠ ٠٫٠٦٧ + ٠٫٠٨٣ ٠ –١٫

١ ١ ١ ١٫

= – ٠,٠٧ (٠ – ٠,٠٦٧) + ٠,٠٨٣ (٠ + ٠,١)

= – ٠,٠٧ (– ٠,٠٦٧) + ٠,٠٨٣ (٠,١)

= ٠,٠٠٤٦٩ + ٠,٠٠٨٣ = ٠,٠١٢٩٩

بجذف العمود الثاني (عمود ب) ووضع الثوابت بدلاً منه

٢٫ ٠٫٠٧ ٠

△ج = ١٫ ١٫ ٠

١ ١ ١

= – ٠,٢ (– ٠,١ – ٠) – ٠,٠٧ (٠,١ – ٠)

= – ٠,٢ (– ٠,١) – ٠,٠٧ (٠,١)

= ٠,٠٢ – ٠,٠٠٧ = ٠,٠١٣

وهكذا فإن أنصبة الشركات لا تتغير في أي فترة تالية وهو ما يدل على الوصول إلى وضع التوازن.

لاحظ أن وضع التوازن الذي توصلنا إليه لا يعتمد على أنصبة الشركات من السوق قبل وضع التوازن، حيث إن أي توزيع للأنصبة قبل حالة التوازن لا يؤثر على قيمة التوازن، ولكن قيمة التوازن تعتمد فقط على مصفوفة احتمالات التحول ومدى ثباتها.

لاحظ كذلك أنه إذا كان وضع الأنصبة قبل التوازن قريباً من وضع التوازن فإننا نصل إلى حالة التوازن أسرع مما لو كانت الأنصبة قبل التوازن بعيدة عن الأنصبة في حالة التوازن.

ويمكن أيضاً استخدام تحليل ماركوف في مجال تحديد استراتيجيات التسويق

قد لا تقوم الشركات بتغيير سياساتها التسويقية، وقد تجد بعض الشركات أن نصيبها من السوق لا يتناسب وحجمها وسمعتها فتفكر في تغيير سياساتها التسويقية بما يسمح لها بزيادة نصيبها من السوق، وهنا قد يكون أمامها أكثر من اختيار للوصول إلى هذا الهدف. فقد تحاول الشركة اجتذاب أكبر قدر من العملاء الذين يتحولون عن شركة أخرى، أو قد تحاول الشركة تحسين

معاملتها لعملائها ومحاولة رفع احتمال الاحتفاظ بالعملاء الذين يتحولون إلى شركة أخرى، وفي كل حالة يتغير شكل مصفوفة احتمالات التحول ونحدد قيم التوازن ونصيب كل شركة ونحدد المسلك الأفضل الذي تعتبره الشركة سياستها التسويقية.

حالة عملية:

يوضح الجدول التالي البيانات الأولية التي تمثل تدفق مبالغ تأمينات الحياة في السودان بين شركات التأمين السودانية الثلاث (شيكان للتأمين – المتحدة للتأمين- جوبا للتأمين) وذلك خلال عام ١٩٩٧م.

البيان الشركا ت	صافي المبيعات ١٩٩٧	مبالغ تأمينات الحياة خلال العام ١٩٩٧						صافي المبيعات ١٩٩٨
		الكسب من			الخسارة إلى			
		شيكان	المتحدة	جوبا	شيكان	المتحدة	جوبا	
شيكان المتحدة جوبا	٨٠٨٠٨ ٦٢٣٨٢ ٤٣١٢٣	0 ٤٢١٩٤ ٦٧٢٣	٣٥٣٠ ٥ 0 ٨٦٨٤	٩٣٨٥ ١٤٨٢ ٥ ٩٣٨٥	0 ٣٥٣٠ ٥ ٩٣٨٥	٤٢١٩ ٤ 0 ١٤٨٢ ٥	٦٨٢ ٣ ٨٦٨ ٤ 0	٧٦٤٨١ ٧٥٤١٢ ٣٤٤٢٠
مجـ	١٨٦٣١ ٣							١٨٦٣١٣

المطلوب: (١) حساب مصفوفة احتمال الانتقال

(٢) التنبؤ بالأنصبة المحتملة لكل شركة تأمين خلال الأعوام ١٩٩٩، ٢٠٠٠، ٢٠٠١

(٣) التنبؤ بحالات الاتزان في شركات التأمين السودانية.

١. حساب مصفوفة احتمالات الانتقال أو التحول:

٠,٣٩٣ × ٠,٤١ + ٠,٥٦٦ × ٠,٤٠٥ + ٠,٢١٨ × ٠,١٨٥ ٠,٤٣١

=٠,٥٢٢ × ٠,٤١ + ٠,٢٩٥ × ٠,٤٠٥ + ٠,٣٤٤ × ٠,١٨٥ = ٠,٣٩٧

٠,٠٨٥ × ٠,٤١ + ٠,١٣٩ × ٠,٤٠٥ + ٠,٤٣٨ × ٠,١٨٥ ٠,١٧٢

التنبؤ بالأنصبة عام ٢٠٠٠

مصفوفة احتمالات الانتقال × حصص الشركات عام ١٩٩٩م

٠,٣٩٣	٠,٥٦٦	٠,٢١٨	٠,٤٣١
٠,٥٢٢	٠,٢٩٥	٠,٣٤٤	٠,٣٩٧
٠,٠٨٥	٠,١٣٩	٠,٤٣٨	٠,١٧٢

٠,٣٩٣ × ٠,٤٣١ + ٠,٥٦٦ × ٠,٣٩٧ + ٠,٢١٨ × ٠,١٧٢ = ٠,٤٣٢

٠,٥٢٢ × ٠,٤٣١ + ٠,٢٩٥ × ٠,٣٩٧ + ٠,٣٤٤ × ٠,١٧٢ = ٠,٤٠١

٠,٠٨٥ × ٠,٤٣١ + ٠,١٣٩ × ٠,٣٩٧ + ٠,٤٣٨ × ٠,١٧٢ = ٠,١٦٧

التنبؤ بالأنصبة عام ٢٠٠١

مصفوفة احتمالات الانتقال × حصص الشركات عام ٢٠٠٠

= ٠,٣٩٣ ٠,٥٦٦ ٠,٢١٨ ٠,٤٣٢

٠,٥٢٢ ٠,٢٩٥ ٠,٣٤٤ ٠,٤٠١

٠,٠٨٥ ٠,١٣٩ ٠,٤٣٨ ٠,١٦٧

٠,٣٩٣ × ٠,٤٣٢ + ٠,٥٦٦ × ٠,٤٠١ + ٠,٢١٨ × ٠,١٦٧ ٠,٤٣٣

٠,٥٢٢ × ٠,٤٣٢ + ٠,٢٩٥ × ٠,٤٠١ + ٠,٣٤٤ × ٠,١٦٧ ٠,٤٠١

٠,٠٨٥ × ٠,٤٣٢ + ٠,١٣٩ × ٠,٤٠١ + ٠,٤٣٨ × ٠,١٦٧ ٠,١٦٦

ويمكن توضيح الأنصبة المحتملة لكل شركة تأمين خلال السنوات ١٩٩٩ – ٢٠٠١ في الجدول التالي:

السنوات / الشركات	شيكان	المتحدة	جوبا
١٩٩٩	٠,٤٣١	٠,٣٩٧	٠,١٧٢
٢٠٠٠	٠,٤٣٢	٠,٤٠١	٠,١٦٧
٢٠٠١	٠,٤٣٣	٠,٤٠١	٠,١٦٦

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

شركة شيكان للتأمين تحتل المركز الأول خلال الفترة ١٩٩٩ – ٢٠٠١ وتليها شركة المتحدة للتأمين، ثم تجئ شركة جوبا للتأمين في المرتبة الثالثة.

المنافسة بين شركات التأمين الثلاثة سوف تستمر على أكبر الأنصبة في السوق، فنلاحظ أنه من المتوقع أن يتزايد نصيب شيكان خلال عام ٢٠٠٠ عن عام ١٩٩٩ بمقدار ٠,٠٠١، كما سوف يتزايد نصيب المتحدة في عام ٢٠٠٠ عن عام ١٩٩٩ بمقدار ٠,٠٠٤، ويلاحظ أيضاً أن شركة جوبا سوف تخسر ما يعادل هذه النسبة (٠,٠٠٥) للشركتين السابقتين، وبذلك فإنه من المتوقع أن تشتد المنافسة بين الشركات الثلاثة.

من المتوقع أن يزداد نصيب شركة شيكان خلال عام ٢٠٠١ بزيادة قدرها ٠,٠٠١ عن العام السابق ٢٠٠٠، وأن شركة شيكان سوف تكسب هذا القدر من شركةجوبا الأمر الذي سيترتب عليه ضعف المركز التنافسي لهذه الشركة في السوق، وفي نفس الوقت من المتوقع أن تظل شركة المتحدة للتأمين محتفظة لنفسها بما يعادل (٠,٤٠١) من إجمالي السوق مثل العام السابق مباشرة (٢٠٠٠).

ولا شك أن تلك الحقائق الأساسية التي توضحها التنبؤات السابقة باستخدام أسلوب ماركوف توصلنا إلى نتائج أساسية يمكن أن تصبح أهدافاً مثالية لشركات التأمين السودانية، وحتى تتمكن شركات التأمين السودانية من تحقيق تلك الأهداف المرجوة ينبغي عليها أن تتخذ من الإجراءات التسويقية ما يمكنها من الوصول إلى هذه الأهداف.

التنبؤ بحالات الاتزان في شركات التأمين السودانية:

كما يعتبر أسلوب ماركوف أداة لتحليل السوق في المدى القصير والمتوسط فهو يعتبر أيضاً أداة لتحليل السوق في المدى الطويل، حيث يمكّننا من الحصول على تنبؤات طويلة الأجل بالتوصل إلى حالات الاتزان، وقد تمثلت المعادلات فيما يلي:

أ = ٠,٣٩٣ أ + ٠,٥٦٦ ب + ٠,٢١٨ جـ (١)

ب = ٠,٥٢٢ أ + ٠,٢٩٥ ب + ٠,٣٤٤ جـ (٢)

جـ = ٠,٠٨٥ أ + ٠,١٣٩ ب + ٠,٤٣٨ جـ (٣)

ويمكن إعادة كتابتها في الصورة

صفر = − ٠,٦٠٧ أ + ٠,٥٦٦ ب + ٠,٢١٨ جـ (١)

صفر = ٠,٥٢٢ أ − ٠,٧٠٥ ب + ٠,٣٤٤ جـ (٢)

صفر = ٠,٠٨٥ أ + ٠,١٣٩ ب − ٠,٥٦٢ جـ (٣)

ويلاحظ أن أ + ب + جـ = ١ (٤)

حيث إن لدينا ٤ معادلات و٣ مجاهيل فقد تم اغفال إحدى هذه المعادلات، وهي المعادلة رقم (٣).

صفر = - ٠,٦٠٧ أ + ٠,٥٦٦ ب + ٠,٢١٨ جـ (١)

صفر = ٠,٥٢٢٢ أ – ٠,٧٠٥ ب + ٠,٣٤٤ جـ (٢)

١ = أ + ب + جـ (٤)

يتم حل المعادلات الثلاثة لايجاد نصيب كل شركة من سوق تأمينات الحياة في السودان عند حالة الاتزان

$$\begin{pmatrix} ٠,٢١٨ & ٠,٥٦٦ & ٠,٦٠٧ \\ ٠,٣٤٤ & -٠,٧٠٥ & ٠,٥٢٢ \\ ١ & ١ & ١ \end{pmatrix}$$

باختيار الصف الأول مثلاً

٠,٦٠٧ (٠,٧٠٥ - ،٣٤٤ / ١ ١،١ - ١ ١) – ٠,٥٦٦ (٥٢٢، ٤٤٣، /) + ٠,٢١٨ (٥٢٢ ٧٠٥ - /)

= - ٠,٦٠٧ (- ٠,٧٠٥ – ٠,٣٤٤) – ٠,٥٦٦ (٠,٥٢٢ – ٠,٣٤٤) + ٠,٢١٨ (٠,٥٢٢ + ٠,٧٠٥)

= - ٠,٦٠٧ (١,٠٤٩) – ٠,٥٦٦ (٠,١٧٨) + ٠,٢١٨ (١,٢٢٧)

= ٠,٦٣٦٧٤٣ – ٠,١٠٠٧٤٨ + ٠,٢٦٧٤٨٦ = ٠,٨٠٣٤٨١

بحذف العمود الأول ووضع الثوابت بدلاً منه

$$\begin{pmatrix} ٠,٢١٨ & ٠,٥٦٦ & ٠ \\ ٠,٣٤٤ & -٠,٧٠٥ & ٠ \\ ١ & ١ & ١ \end{pmatrix}$$

باختيار الصف الأول مثلاً

= ٠ ٠ ٣٤٤، + ٢١٨، ٢٢٥. ٧٠٥،

١١ ١١

= - ٠,٥٦٦ (٠ - ٠,٣٤٤) + ٠,٢١٨ (٠ + ٠,٧٠٥)

= ٠,١٩٤٧٠٤ + ٠,١٥٣٦٩ = ٠,٣٤٨٩٤

بحذف العمود الثاني ووضع الثوابت بدلاً منه

△ب ٠,٦٠٧ ٠ ٠,٢١٨

٠,٥٢٢ ٠ ٠,٣٤٤

١ ١ ١

باختيار الصف الأول مثلاً

٦٠٧ ٠ ٣٤٤، - ٠ + ٢١٨. ٢٢٥. ٠

١١ ١١

= - ٠,٦٠٧ (٠ - ٠,٣٤٤) + ٠,٢١٨ (٠,٥٢٢ - ٠)

= ٠,٢٠٨٨٠٨ + ٠,١١٣٧٩٦ = ٠,٣٢٢٦٠٤

بحذف العمود الثالث ووضع الثوابت بدلاً منه

-٠,٦٠٧ ٠,٥٦٦ صفر

٠,٥٢٢ - ٠,٧٠٥ صفر

١ ١ ١

باختيار الصف الأول مثلاً

- ٧٠٦، - ٧٠٥، ٠ - ٥٦٦ ٥٢٢، ٠ + ٠

١١ ١١

= - ٠,٦٠٧ (٠,٧٠٥ - ٠) - ٠,٥٦٦ (٠,٥٢٢ - ٠)

= ٠,٤٢٧٩٣٥ - ٠,٢٩٥٤٥٢ = ٠,١٣٢٤٨٣

١. نصيب شيكان

$$\text{أ} = \frac{\Delta \ \text{ب}}{\Delta} = \frac{,348394}{,803481} = 434$$

٢. نصيب المتحدة

$$\text{ب} \frac{\Delta \ \text{ب}}{\Delta} = \frac{,322604}{,803481} = ,401$$

٣. نصيب جوبا .

$$\text{ج} = \frac{\Delta \ \text{ج}}{\Delta} = \frac{,132483}{,803481} = ,165$$

الفصل السابع

نماذج النقل

نماذج النقل Transportation Models

نماذج النقل هي أسلوب مبسط من أساليب البرمجة الخطية والتي تهتم بنقل سلعة ما من مكان ما (مصنع) إلى مكان آخر (مخازن أو أسواق) **وذلك لتحقيق أحد الهدفين الآتيين:**

تخفيض تكاليف النقل.

تعظيم صافي الربح، حيث إن صافي الربح يساوي الفرق بين سعر البيع وتكاليف تصنيع ونقل الوحدات.

ونجد أن هناك ثلاثة طرق لنقل الوحدات من المصنع إلى المخازن أو الأسواق وهي:

طريقة أقل تكلفة Least Cost Method (LCM)

طريقة الركن الشمالي الغربي North West Method (NWCM)

طريقة فوجيل التقريبية (Vogel's Approximation Method

وعند استخدام أي طريقة من طرق النقل السابق ذكرها **يمكن أن نواجه أحدى الحالتين:**

حالة أن العرض يساوي الطلب.

حالة أن العرض لا يساوي الطلب.

ويأتي بعد استخدام أحد طرق النقل الثلاثة (حالة العرض يساوي الطلب أو العرض لا يساوي الطلب) تقييم أمثلية الحل والتي تعني هل الحل الذي تم التوصل إليه هو الحل الأمثل أم لا؟ والحل الأمثل يعني الوصول إلى أقل تكلفة ممكنة إذا كان الهدف هو تخفيض التكاليف، أو الوصول إلى أقصى ربح ممكن إذا كان الهدف تعظيم الربح. ويمكن تقييم أمثلية الحل بأحد طريقتين هما:

طريقة حجر الوطء Stepping Stone Method (SSM)

طريقة التوزيع المعدل Modified Distribution Method (MODI)

وسوف يتم استعراض هاتين الطريقتين من خلال النقطتين الآتيتين:

حالة تخفيض التكاليف.

حالة تعظيم الأرباح.

ومن كل حالة سوف يتم استخدام الطرق الثلاثة المذكورة للنقل، ثم يتم تقييم أمثلية الحل بالطريقتين المذكورتين للتقييم.

حالة تخفيض التكاليف:

لتفهم مشكلة النقل دعنا نفترض بعض الرموز:

a_i = كمية الإنتاج المتوافرة لدى المصنع I (العرض Supply)

b_j = كمية المنتج المطلوبة من السوق j (الطلب Demand)

C_{ij} = تكلفة نقل الوحدة من المصنع I إلى السوق J

X_{ij} = عدد الوحدات (غير معلوم) والمطلوب نقله من المصنع أو إلى السوق وبالتالي يمكن التعبير عن مشكلة النقل بالصورة التالية

$$Minimize\ Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = a_i\ , a_i > 0, \qquad i = 1\ ,2\ ,3 \ldots\ldots\ldots n$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = b_i\ , b_i > 0, \qquad i = 1\ ,2\ ,3 \ldots\ldots\ldots m$$

فنجد أن دالة الهدف تعبر عن تخفيض تكاليف النقل إلى الحد الأدنى، حيث إن تكلفة النقل المراد تخفيضها تساوي **تكلفة نقل الوحدة مضروبة في عدد الوحدات، وذلك بشرط توافر القيود الآتية:**

القيد الأول: عدد الوحدات التي سوف يتم نقلها تساوي حجم الإنتاج.

(العرض)

القيد الثاني: عدد الوحدات التي سوف يتم نقلها تساوي حجم الطلب عليها

(الطلب)

القيد الثالث: عدد الوحدات المعروضة يساوي عدد الوحدات المطلوبة

(العرض = الطلب)

ولتبسيط هذه المشكلة يمكن عرضها في الجدول الآتي:

	D_1	D_2	D_3	Supply
S_1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	C_{13} X_{13}	a_1
S_2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	C_{23} X_{23}	a_2
S_3	C_{31} X_{31}	C_{32} X_{32}	C_{33} X_{33}	a_3
S_4	C_{41} X_{41}	C_{42} X_{42}	C_{43} X_{43}	a_4
Demand	b_1	b_2	b_3	$\sum a_i = \sum b_i$

وذلك بفرض أن لدينا أربعة مصانع هي S_1 , S_2 , S_3 , S_4 وثلاثة أسواق هي D_2 , D_3 D_1 حيث إن المصنع يمثل جانب العرض Supply والسوق يمثل جانب الطلب Demand وذلك لتسهيل عرض المشكلة.

طريقة أقل تكلفة Least Cost Method (LCM)

يتم فحص جميع التكاليف في الجدول، نختار أصغر تكلفة ممكنة، يتم تحميل هذه الخلية بأقصى قدر ممكن من الوحدات. والمقصود بأقصى قدر من الوحدات هو عدد الوحدات المتاحة أو المطلوبة لهذا الصف أو العمود أيهما أصغر. يتم إعادة نفس الخطوات السابقة مع الخلية التي تليها مباشرة من حيث التكلفة (حيث يتم التعامل مع خلايا الجدول حسب الترتيب التصاعدي للتكاليف) وهكذا حتى يتم نقل جميع الوحدات من المصانع إلى الأسواق أو المخازن، ولكن يعاب على هذه الطريقة أنها مطولة ولا تعطي الحل الأمثل بطريقة مباشرة.

طريقة الركن الشمالي الغربي North West Corner Method (NWCM)

بدأ هذه الطريقة بتحميل أول خلية في أول صف وأول عمود من جهة اليسار بأقصى عدد وحدات ممكنة، ثم نتجه إلى الخلية التالية له سواء أكانت في نفس صفها أو نفس عمودها أو في الصف أو العمود التالي.. وهكذا. وهذه الطريقة يعاب عليها أنها مطولة ولا تعطي الحل الأمثل بطريقة مباشرة.

طريقة فوجيل التقديرية Vogel's Approximation Method (VAM) يتم تحديد اصغر تكلفة في كل صف وكل عمود ثم التكلفة التي تليها ويتم حساب الفرق بينهما ويتم تسجيل هذه الفروق في جدول، يلي ذلك تحديد أكبر فرق في صف أو عدد الفروق ويتم تحميل الخلية صاحبة التكلفة الأقل في هذا الصف أو هذا العمود بأقصى عدد وحدات ممكن، ويتم

إلغاء صف أو عمود الخلية التي تم تحميلها. يتم إعادة حساب الفروق للجدول الجديد، وتعاد نفس الخطوات حتى نصل إلى تخصيص جميع الموارد لجميع الغايات.

ب. اختبارات الأمثلية Optimality tests

يعد حل مشكلة النقل أو تخصيص مجموعة من الموارد لمجموعة من الغايات هي إن يتم اختبار ما إذا كان الحل هو الحل الأمثل أم يوجد حل أفضل منه.

ومن اختبارات أمثلة الحل اختباران هما:

١- طريقة حجر الوطء (SSM) Stepping Stone Method.

٢- طريقة التوزيع المعدل Modified Distribution Method.(MODI)

ب. ١ طريقة حجر الوطء (SSM) Stepping Stone Method

بعد تحميل بعض خلايا الجدول بعدد من الوحدات نجد أن هناك بعض الخلايا الأخرى فارغة ولم يتم تحميلها فيتم تقييم جميع الخلايا الفارغة لمعرفة تأثير هذه الخلايا على الحل، وذلك عن طريق رسم خط سير يبدأ من الخلية الفارغة ويتحرك ماراً بالخلايا المحملة فقط ويعود مرة ثانية إلى الخلية الفارغة.

وتحسب التلكفة على أساس أن إشارة الخلية الصفرية موجبة ثم تتردد الإشارات سالب ثم موجب... وهكذا، فإن كانت نتيجة التغير في التكاليف أكبر من الصفر، فهذا يعني أن هذه الخلية لو دخلت الحل سوف تؤدي إلى زيادة التكاليف فيتم ترك هذه الخلية. أما إذا كانت نتيجة التغير في التكاليف تساوي صفر فهذا يعني أن هذه الخلية لو دخلت الحل فلا تؤثر على التكالف بالزيادة أو النقص. أما إذا كانت نتيجة التغير أصغر من الصفر فهذا يعني إن دخول هذه الخلية في الحل يؤدي إلى خفض التكاليف، وبالتالي يتم تحديد عدد الوحدات التي يجب نقلها إلى هذه الخلية وهو أصغر عدد من الوحدات موجود في المسار السالب لتقييم هذه الخلية، على أن يتمم تحميل هذه الخلية من الخلايا السالبة في المسار. يتم بعد ذلك تقييم جميع الخلايا الفارغة ونبدأ بالخلية صاحبة أكبر تقييم سالب ثم التي تليها... وهكذا. ويظل العمل مستمراً حتى نصل إلى أن تقييم جميع الخلايا الفارغة أصفار أو يعطي أرقاماً موجبة، وفي هذه الحالة يكون قد تم الحصول على الحل الأمثل.

طريقة التوزيع المعدل: Modified Distribution Method (MODI)

تعتمد طريقة التوزيع المعدل على إضافة عمود على يمين الجدول ويسمى U_I للتعبير عن صفوف الجدول. كما يتم إضافة صف أسفل الجدول يسمى V_J للتعبير عن أعمدة الجدول. يتم تكوين مجموعة من المعادلات للخلايا المحملة فقط، حيث إن ونفترض أن U_I أو V_j أو كليهما يساوي صفراً في واحدة من المعادلات فقط حتى نتمكن من حل مجموعة المعادلات آنياً. يتم تقييم الخلايا الفارغة حيث إن تحدد قيمة هذه الخلية الفارغة وهي القيم التي يمكن الحصول عليها باستخدام طريقة SSM ونكمل الحل بالطريقة السابقة.

وجدير بالذكر أن عدد الخلايا المحملة يجب أن يساوي = عدد الصفوف + عدد الأعمدة – ١ (m+n-1) أما في حالة أن عدد الخلايا المحملة أكبر من (m+n-1) توجد على الأقل خلية واحدة لها أكثر من تقييم، وأما في حالة أن عدد الخلايا المحملة أصغر من (m+n-1) فإن هذه المشكلة تعتبر مشكلة عدم الانتظام.

حالة العرض يساوي الطلب

مثال توضيحي رقم (١):

تمتلك إحدى الشركات ٣ مصانع هي A_1 ,A_2 , A_3 ولديها ٣ مخازن هي B_1 , B_3 , B_1 وكانت المصانع تقوم بإنتاج نوع معين من السلع، فإذا علمت أن الطاقة الإنتاجية Supply الثلاث للمصانع على الترتيب هي ٤٠٠، ٦٠٠، ٢٠٠ وحدة، أما الطاقة الاستيعابية للمخازن الثلاثة على التريب هي ٢٠٠، ٧٠٠، ٣٠٠ وحدة المطلوب تحديد سياسة نقل الإنتاج من المصانع إلى المخازن.

إذا كانت المصفوفة التالية توضح تكلفة نقل الوحدة من كل مصنع إلى كل مخزن.

	B_1	B_2	B_3
A_1	120	150	40
A_2	100	80	50
A_3	50	20	100

سيتم حل هذا المثال بثلاث طرق هي VAM , NWCM , LCM ومع عرض كل طريقة من طرق الحل يتم تطبيق اختبار أمثلية الحل بطريقتين هما MODI و SSM.

أولاً: الحل باستخدام طريقة LCM:

	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120	150	40	400
A_2	100	80	50	600
A_3	50	20	100	200
Demand	200	700	300	1200

إن مصفوفة التكاليف يمكن أن تأخذ الرموز التالية:

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 120 & 150 & 40 \\ 100 & 80 & 50 \\ 50 & 20 & 100 \end{bmatrix}$$

عند استخدام طريقة أقل تكلفة LCM يتم البحث عن أقل تكلفة في الجدول فنجد أنها C_{32} وفيها التكلفة ٢٠ جنيه للوحدة، يتم تحميل هذه الخلية بأقصى عدد وحدات ممكن من الوحدات، وأقصى عدد وحدات هو الرقم الأقل في صف وعمود هذه الخلية، ففي صف هذه الخلية نجد أن العرض Supply يساوي ٢٠٠ وحدة، وفي عمود هذه الخلية نجد أن Demand الطلب يساوي ٧٠٠ وحدة، وبالتالي يتم تحميل هذه الخلية بعدد الوحدات الأقل وهو ٢٠٠ وحدة.وعليه فإن هذه الخطوة يمكن التعبير عنها بالجدول التالي:

Iteration 1-1				
	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120	150	40	400
A_2	100	80	50	600
A_3	50	20 200	100	0
Demand	200	500	300	1000

يلاحظ في جدول Iteration 1-1 أن الخلية C_{32} يتم تحميلها بعدد ٢٠٠ وحدة، وبالتالي نقص عدد الوحدات المطلوبة من ٧٠٠ إلى ٥٠٠ وحدة، أما الوحدات المعروضة (الصف

الثالث) فأصبحت تساوي صفراً، وذلك لأنه تم تحميل الكمية كلها (٢٠٠ وحدة) في الخلية C_{32}، وحيث إن الكمية المعروضة في الصف الثالث اصبحت تساوي صفراً فإن باقي خلايا هذا الصف لا تدرج في الخطوة التالية للحل وهذه الخلايا هي A_3B_3، A_3B_1 وذلك نتيجة لتحميل الخلية A_3B_2 بعدد ٢٠٠ وحدة. ويلاحظ عند تحميل أحدى الخلايا فإن عملية التحميل ينتج عنها إلغاء خلايا صف أو عمود، فإذا كان عدد الوحدات المعروضة (صف) أصغر من عدد الوحدات المطلوبة (عمود) أقل من عدد الوحدات المعروضة فيتم تحميل الخلية بعدد الوحدات المطلوبة ثم يلي ذلك إلغاء باقي خلايا العمود. ونتيجة إلغاء بعض الخلايا سواء أكانت في صف أو عمود فإن هذه الخلايا لا تدخل في الحل بعد ذلك والخطوة التالية أو المحاولة الثانية Iteration 1-2 لتحميل خلية أخرى من خلايا الجدول، وذلك عن طريق البحث في الجدول السابق مباشرة عن أصغر تكلفة من بين الخلايا الفارغة المتاحة فنجد أن الخلية C_{13} وتكلفة نقل الوحدة فيها يساوي ٤٠ جنيه، وبالنظر إلى عدد الخلايا المتاحة في صفها (الصف الأول) نجد أنها ٤٠٠ وحدة وعدد الخلايا المطلوبة في عمودها (العمود الثالث) هي ٣٠٠ وحدة، فيتم تحميل هذه الخلية بعدد الوحدات الأقل وهو ٣٠٠ وحدة. وبالتالي نحصل على الجدول التالي:

Iteration 1-2				
	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120	150	40 300	100
A_2	100	80	50	600
A_3	50	20 200	100	0
Demand	200	500	0	700

يلاحظ في جدول٢-١-Iteration إن الخلية C_{13} تم تحميلها بعدد ٣٠٠ وحدة، وبالتالي فإن عمودها أصبح يساوي صفراً وصفها أصبح يساوي ١٠٠ وحدة. وحيث إن عمودها أصبح يساوي صفر فإن باقي الخلايا في هذا العمود لا تدرج في الخطوة التالية للحل وهذه الخلايا A_2B_3 , A_2B_3 , A_3B_3 وهي الخلايا التي يتم إلغاؤها نتيجة تحميل الخلية A_1B_3 بعدد ٣٠٠ وحدة.

بالبحث في الخلايا الفارغة والمتاحة في الجدول ٢-١-Iteration عن أقل تكلفة نجد أن أقل تكلفة تالية هي الخلية C_{22} وتكلفة نقل الوحدة الواحدة فيها تساي ٨٠ جنيهاً.، بفحص عدد

الوحدات المتاحة في الصف الثاني (العرض) والعمود الثاني (الطلب) نجد أنهما على الترتيب ٦٠٠، ٥٠٠ وحدة، وبالتالي يتم تحميل الخلية C_{22} بالعدد الأقل فيهما وهو ٥٠٠ وحدة وبهذا يمكن الحصول على الجدول الثالث –Iteration 3- 1– والذي يأخذ الصورة التالية: ويلاحظ في هذه الخطوة أن العدد الأقل كان من جانب الطلب (العمود الثاني) وبهذا فإن باقي الخلايا في العمود الثاني يتم إلغاؤها.

.Iteration 1-3				
	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120	150	40 300	100
A_2	100	80 500	50	100
A_3	50	20 200	100	0
Demand	200	0	0	200

يلاحظ من هذا الجدول أن الوحدات المتاحة في العمود الثاني أصبحت تساوي صفراً وعدد الوحدات المتاحة في الصف الثاني أصبحت تساوي ١٠٠ وحدة، وذلك لأنه تم تحميل ٥٠٠ وحدة من ٦٠٠ وحدة متاحة. وكملحوظة عامة إذا حصلت أثناء الحل على خلية في عمود من أعمدة الطلب Demand تساوي صفراً فهذا يعني أن هذا العمود لا يمكن إضافة أي خلية إليه، وبالمثل إذا حصلت على خلية في صف من صفوف العرض Supply تساوي صفراً فهذا يعني أنه لا يمكن إضافة أي خلية إلى هذا الصف.

بالبحث في الجدول عن أقل تكلفة في الخلايا الباقية المتاحة نجد أنها تقع في الخلية C_{21} وتكلفة نقل الوحدة تساوي ١٠٠ جنيه. بفحص صفها وعمودها نجد أن عدد الوحدات المتاحة على الترتيب ١٠٠ ، ٢٠٠ وحدة، وبتحميل هذه الخلية بعدد الوحدات الأقل وهو ١٠٠ وحدة.

يمكننا الحصول على الجدول التالي:

Iteration 1-4				
	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120	150	40 300	100
A_2	100 100	80 500	50	0
A_3	50	20 200	100	0
Demand	100	0	0	100

بفحص الجدول –Iteration 4- نجد أن هناك خلية واحدة فارغة متاحة وهي C_{11} وتكلفة نقل الوحدة فيها ١٢٠ جنيه، بفحص صفها وعمودها نجد أن كلاً منهما يحتوي على ١٠٠ وحدة، وبالتالي يتم تحميل عدد ١٠٠ وحدة في هذه الخلية، وبهذا نحصل على الجدول الأخير للحل والذي يأخذ الصورة التالية:

Iteration 1-5				
	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120 100	150	40 300	400
A_2	100 100	80 500	50	600
A_3	50	20 200	100	200
Demand	200	700	300	1200

وللتأكد من صحة الحل يتم تجميع الوحدات في كل صف وكل عمود ومقارنتها بعدد الوحدات المتاحة من كل مصنع وعدد الوحدات المطلوبة لكل مخزن، فإذا كانت المجاميع متطابقة مع الوحدات المتاحة المطلوبة والمعروضة فهذا يثبت صحة الحل.

بعد تحميل خلايا الجدول بعدد الوحدات الممكنة، يتم حساب تكاليف نقل هذه الوحدات كما يلي:

$$Transportion\ cost = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

$$= 100\,(120) + 300\,(40) + 100\,(100) + 500\,(80) + 200\,(20) = 78000\ \text{LE}$$

تقييم أمثلية الحل باستخدام طريقة حجر الوطء SSM

يتم تقييم الخلايا الصفرية أو الفارغة، فإذا كان التقييم نتيجته أصفاراً أو قيماً موجبة فهذا يعني أن الحل الذي تم التوصل إليه حل أمثل. أما في حالة وجود خلية أو أكثر تقييمها يعطي رقماً سالباً فهذا يعني إمكانية إدخال هذه الخلية لتخفيض التكاليف. فمن الجدول الأخير نجد أن الخلايا الفارغة هي A_3B_3 A_3B_1 , A_2B_3 , A_1B_2، ويتم تقييم كل خلية فارغة على حدة وذلك على النحو التالي:

تبدأ بالخلية الفارغة مع إعطائها الإشارة الموجبة، يلي ذلك أول خلية مملؤة وقريبة منها (سواء أكانت على يسار أو يمين أو أعلى أو أسفل الخلية الفارغة، مع ضرورة الأخذ في الاعتبار أن التحرك من الخلية الفارغة إلى خلية مملؤوة يتم أفقياً أو رأسياً فقط) وتأخذ الإشارة السالبة، ويتتابع الحل بحيث نحصل على دورة تنتهي مرة ثانية عند الخلية الفارغة المراد تقييمها ماراً بالخلايا المملؤة فقط، وبهذا فإن مسار تقييم الخلية A_1B_2 يكون على الشكل التالي:

$$A_1B_2 = C_{12} - C_{11} + C_{21} - C_{22} = 150 - 120 + 100 - 80 = +50$$

من تقييم الخلية A_1B_2 نجد أن نتيجة التقييم أعطت رقماً موجباً وهذا يعني أن دخول هذه الخلية إلى الحل سوف يؤدي إلى زيادة التكاليف وبهذا يتم رفض هذه الخلية. يتم بعد ذلك تقييم الخلايا الفارغة خلية تلي الأخرى كما يلي:

تقييم الخلية A_2B_3

$$A_2B_3 = C_{23} - C_{13} + C_{11} - C_{21} = 50 - 40 + 120 - 100 = +30$$

تقييم الخلية A_2B_3

$$A_3B_1 = C_{31} - C_{21} + C_{22} - C_{32} = 50 - 100 + 80 - 20 = +10$$

يلاحظ عند تقييم الخلية A_2B_3 أن أقرب خلية مملؤوة هي A_2B_3 (أعلى الخلية A_2B_3) أو الخلية A_2B_2 (على يسار الخلية A_2B_3) فنبدأ المسار بإحداهما، وعلى سبيل المثال نبدأ بالخلية A_1B_3، حيث نجد أن أقرب خلية مملؤة لهذه الخلية هي A_1B_1، نجد أن أقرب خلية مملؤة لهذه الخلية هي A_1B_1 وفي المسار نجد أنه تم الانتقال من A_1B_3 إلى A_1B_1 متخطياً الخلية الفارغة A_1B_2، ثم تم الانتقال من A_1B_1 إلى A_2B_3 متخطياً الخلية A_2B_2 وهي خلية مملؤة، وذلك لأنه تم تخطي الخلية المقابلة لها في الصف الأول.

أما في حالة بدء التقييم بالخلية A_2B_2 فهذا يعني أن المسار يبدأ بالخلية الفارغة A_2B_3 ثم يتجه يساراً إلى الخلية A_2B_2، ثم يساراً إلى الخلية A_2B_1 إلى أعلى إلى الخلية A_1B_1 ثم يميناً إلى الخلية

وفي هذه الحالة نجد أن الخلية A_2B_2 تم أخذها في الاعتبارعند تصميم التقييم ولكن A_1B_3 الخلية المقابلة لها في الصف الأول فارغة وتم تخطيها، وبالتالي يجب تخطي هذه الخلية A_2B_2 عند التقييم وبهذه الطريقة يكون مسار التقييم كما يلي:

$$A_2B_3 = C_{23} - C_{21} + C_{11} - C_{13} = 50 - 100 + 120 - 40 = 30$$

وبهذا التقييم نجد إنه أن تم البدء بالخلية A_1B_3 أو الخلية A_2B_3 فإن نتيجة التقييم تكون واحدة.

تقييم الخلية A_3B_3:

$$A_3B_3 = C_{23} - C_{21} + C_{11} - C_{13} = 50 - 100 + 120 - 40 = +30$$

من تقييم الخلايا الفارغة نجد أن جميع الخلايا تعطي قيماً موجبة، وبهذا فإن الحل الذي تم التوصل إليه هو الحل الأمثل ولا يمكن تخفيض التكاليف عن ٧٨٠٠٠جنيه.

تقييم أمثلية الحل باستخدام طريقة التوزيع المعدل

بالرجوع إلى الجدول الأخير Iteration 1-5 للحل يتم إضافة عمود على يمين الجدول يسمى U_J للتعبير عن صفوف الجدول، كما يتم إضافة صف أسفل الجدول يسمى V_J للتعبير عن أعمدة الجدول وبهذا يكون الجدول كما يلي:

Iteration 1-5					
	B_1	B_2	B_3	Supply	U_i
A_1	120 100	150	40 300	400	U_1
A_2	100 100	80 500	50	600	U_2
A_3	50	20 200	100	200	U_3
Demand	200	700	300	1200	
V_j	V_1	V_2	V_3		

ثم يتم تكوين معادلات الخلايا المملوءة فقط حيث إن:

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

$$C_{11} = U_1 + V_1 \quad \therefore \quad 120 = U_1 + V_1$$

$$C_{13} = U_1 + V_3 \quad \therefore \quad 40 = U_1 + V_3$$

$$C_{21} = U_2 + V_1 \quad \therefore \quad 100 = U_2 + V_1$$

$$C_{22} = U_2 + V_2 \quad \therefore \quad 80 = U_2 + V_2$$
$$C_{32} = U_3 + V_2 \quad \therefore \quad 20 = U_3 + V_2$$

يلاحظ أنه يتكون لدينا خمس معادلات وستة مجاهيل، ولحل هذه المعادلات يفترض أن $U_1 = 0$، وباستخدام التعويض المتتابع نحصل على قيم المتغيرات الستة، وتكون النتائج كما يلي:

يتم إضافة قيم هذه المتغيرات إلى جدول الحل الأخير Iteration 1-5 كما يلي:

م///

يلي ذلك إعادة تقييم الخلايا الفارغة عن طريق تقدير تكلفة النقل لهذه الوحدات، حيث إن التكلفة المقدرة هي C_{ij} وذلك باستخدام المعادلة كما يلي:

$$C_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$$
$$C_{12} = C_{12} - U_1 - V_2 = 150 - 0 - 100 = +50$$
$$C_{23} = C_{23} - U_2 - V_3 = 50 - -20 - 40 = +30$$
$$C_{31} = C_{31} - U_3 - V_1 = 50 - -80 - 120 = +10$$
$$C_{33} = C_{33} - U_3 - V_3 = 100 - -80 - 40 = 140$$

ومن تقييم الخلايا الفارغة نجد أن جميع تكاليف النقل المقدرة موجبة (أو أصفار)، وهذا يعني أنه لا يمكن إدخال أي وحدة إلى الحل لتخفيض التكاليف، أو أن جدول الحل الأخير Iteration 1-5 هو الحل الأمثل والذي يقوم بنقل الوحدات المعروضة من المصانع إلى المخازن بأقل تكلفة ممكنة.

الحل باستخدام طريقة الركن الشمالى الغربى
(NWCM)

هذه الطريقة تبدأ بتحميل أول خلية في شمال غرب الجدول بأقصى عدد وحدات ممكنة، ثم نتجه إلى الخلية التالية لها سواء أكانت في صفها أو في عمودها، ويلاحظ أن الانتقال من الخلية الأولى إلى الخلية التالية يجب أن يكون أفقياً أو رأسياً فقط. يتم تحميل هذه الخلية بأقصى عدد وحدات ممكنة وهكذا حتى يتم نقل جميع الوحدات المعروضة من المصانع إلى المخازن وذلك على النحو التالي:

نبدأ بالخلية A_1B_1 وهي تقع في أقصى شمال غرب الجدول، وبفحص صفها وعمودها نجد أن عدد الوحدات المطلوبة ٢٠٠ وحدة (العمود الأول)، بينما عدد الوحدات المعروضة ٤٠٠

وحدة (الصف الأول)، وبتحميل هذه الخلية بأقصى عدد وحدات ممكنة، فيتم تحميلها بعدد ٢٠٠ وحدة وبهذا لا يمكن إضافة أي وحدات في العمود الأول بينما يتبقى عدد ٤٠٠ – ٢٠٠ = ٢٠٠ وحدة يمكن تحميلها في الخلايا الباقية من الصف الأول ويلاحظ أن الخلية A_1B_1 تم تحميلها بعدد ٢٠٠ وحدة (الطلب)، وبهذا يتم إلغاء باقي الخلايا في العمود الأول وهي الخلايا A_3B_1، A_2B_1 وبهذا فإن هذه الخلايا غير متاحة في الخطوة التالية.

بالانتقال إلى الخلية A_1B_2 وبفحص صفها وعمودها نجد أن عمودها يحتوي على ٧٠٠ وحدة، بينما عدد الوحدات الباقية في صفها ٢٠٠ وحدة، يتم تحميلها بعدد الوحدات الأقل من صفها أو عمودها، وبالتالي يتم تحميل هذه الخلية بعدد ٢٠٠ وحدة، وبهذا يكون الصف الأول قد تم تحميله بالكامل ولا يمكن إضافة أي وحدات في الخلايا الباقية في هذا الصف، ويتبقى في العمود الثاني ٥٠٠ وحدة، بالانتقال إلى الخلية التالية وهي A_2B_3، بعد ذلك نجد أنه يتبقى خلية واحدة هي A_3B_3 وعدد وحدات صفها يساوي عدد وحدات عمودها وهو ٢٠٠ وحدة، وبتحميل هذه الخلية بهذا العدد من الوحدات يكون قد تم نقل جميع الوحدات المعروضة إلى المخازن المطلوبة. وبهذا يكون جدول النقل في الصورة التالية بعد تحميل خلايا الجدول.

ويتم حساب تكاليف النقل كما يلي:

Iteration 1-5					
	B_1	B_2	B_3	Supply	U_i
A_1	120	150	40	400	0
	100		300		
A_2	100	80	50	600	-20
	100	500			
A_3	50	20	100	200	-80
		200			
Demand	200	700	300	1200	
V_j	120	100	40		

$$Transportation\ cost = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

$$= 200(120) + 200(150) + 500(80) + 100(50) + 200(100) = 11900LE$$

تقييم أمثلية الحل باستخدام طريقة حجر الوطء(SSM)

يتم تقييم الخلايا الفارغة على النحو التالي:

$$A_1B_3 = C_{13} - C_{23} + C_{22} - C_{12} = 40 - 50 + 80 - 150 = -80$$
$$A_2B_1 = C_{21} - C_{11} + C_{12} - C_{22} = 100 - 120 + 150 - 80 = +50$$
$$A_3B_1 = C_{31} - C_{33} + C_{23} - C_{22} + C_{12} - C_{11} = 50 - 100 + 50 - 80 - 150 - 120 = -50$$
$$A_3B_2 = C_{32} - C_{22} + C_{23} = 20 - 80 + 50 - 100 = -110$$

من تقييم الخلايا الفارغة نجد أن هناك خلايا تقييمها موجب وخلايا تقييمها سالب، بالطبع الخلايا التي تقييمها موجب أو أصفار لا تؤدي إلى خفض التكاليف، بينما الخلايا التي تقييمها سالب سوف تؤدي إلى تحسين الحل وتخفيض التكاليف، بالبحث عن أكبر رقم سالب نجد أن الخلية A_3B_2 تعطي أكبر رقم سالب (- ١١٠). لإدخال هذه الخلية في الحل يتم تحميلها بأقل عدد من الوحدات يقع في مسار تقييمها، وبشرط أن تكون الخلية لها إشارة سالبة، فنجد أن مسار التقييم هو:

$$A_3B_2 = C_{32} - C_{22} + C_{23} - C_{33}$$

فنجد أن الخلايا السالبة هي A_2B_2 , A_3B_3 والخلية A_3B_3 صاحبة أقل عدد وحدات من خلايا المسار السالبة وبها ٢٠٠. وحدة يتم نقل هذه الوحدات من الخلية A_3B_3 إلى الخلية A_3B_2. ويقابل هذه العملية خفض خلايا المسار الموجبة بنفس عدد الوحدات، ويمكن أن تتم عملية النقل على النحو التالي:

$$A_3B_2 = A_3B_2 - A_2B_2 + A_2B_3 - A_3B_3$$
$$A_3B_2 = 0 + 200 = 200$$
$$A_2B_2 = 500 - 200 = 300$$
$$A_2B_3 = 100 + 200 = 300$$
$$A_3B_3 = 200 - 200 = 0$$

يتم إعادة تصوير الجدول بعد هذا التعديل كما يلي:

	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	(1) 120 200	(2) 150 200	40	400
A_2	100	(3) 80 500	(4) 50 100	600
A_3	50	20	(5) 100 200	200
Demand	200	700	300	1200

بإعادة تقييم الخلايا الفارغة لجدول Iteration 2-2 نجد أن:

$$A_1B_3 = C_{13} - C_{12} + C_{22} - C_{23} = 40 - 150 + 80 - 50 = -89$$
$$A_2B_1 = C_{21} - C_{11} + C_{12} - C_{22} = 100 - 120 + 150 - 80 = +50$$
$$A_3B_1 = C_{31} - C_{11} + C_{12} - C_{32} = 50 - 120 + 150 - 20 = +60$$
$$A_3B_3 = C_{33} - C_{23} + C_{22} - C_{32} = 100 - 50 + 80 - 20 = +110$$

نجد أن تقييم الخلية A_1B_3 سالب (وفي حالة وجود أكثر من خلية تقييمها سالب، نبدأ بالخلية صاحبة رقم سالب) وبهذا يتم إدخالها إلى الحل بالطريقة السابقة، فنجد أن مسار تقييمها هو:

$$A_2B_1 = C_{21} - C_{11} + C_{12} - C_{22} = 100 - 120 + 150 - 80 = +50$$
$$A_3B_1 = C_{31} - C_{11} + C_{12} - C_{32} = 50 - 120 + 150 - 20 = +60$$

يتم إعادة تصوير الجدول بعد إجراء هذا التعديل فتكون المحاولة الثالثة في الصورة:

$$A_3B_3 - C_{33} - C_{23} + C_{22} - C_{32} - 100 - 50 + 80 - 20 - +110$$

$$A_1B_2 = C_{12} - C_{13} + C_{23} - C_{22} = 150 - 40 + 50 - 80 = +80$$
$$A_2B_1 = C_{21} - C_{11} + C_{13} - C_{23} = 100 - 120 + 40 - 50 = -30$$
$$A_3B_1 = C_{31} - C_{11} + C_{13} - C_{23} + C_{22} - C_{32} = 50 - 120 + 40 - 50 + 80 - 20 = -20$$
$$A_3B_3 = C_{33} - C_{23} + C_{22} - C_{32} = 100 - 50 + 80 - 20 = +110$$

نجد أن أكبر رقم سالب (-٣٠) والخلية هي A_2B_1، وبهذا يتم إدخال هذه الخلية إلى الحل على النحو التالي:

$$A_2B_1 = A_1B_2 - A_1B_3 + A_2B_3 - A_2B_2$$
$$A_2B_1 = 0 + 100 = 100$$
$$A_1B_1 = 200 - 100 = 100$$
$$A_1B_3 = 200 + 100 = 300$$
$$A_2B_3 = 100 - 100 = 0$$

وبهذا تكون المحاولة الرابعة للوصول إلى الحل تأخذ الصورة التالية:

	B_1		B_2		B_3		Supply
A_1	100	120		150	300	40	400
A_2	100	100	500	80		50	600
A_3		50	200	20		100	200
Demand	200		700		300		1200

بإعادة تقييم الخلايا الفارغة ستجد أنها تعطي أرقاماً موجبة وبحساب إجمالي تكالف النقل سنجد أنها ٧٨٠٠٠ جنيه، وسنترك تقييم الخلايا الفارغة وحساب إجمالي تكاليف النقل للقارئ لحسابها.

تقييم أمثلية الحل باستخدام طريقة التوزيع المعدل (MODI)

عزيزي الدارس، كما سبق الذكر يتم تكوين معادلات للخلايا المملوءة فقط على النحو التالي، وذلك من جدول الحل الأول Iteration 2-1

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

$$C_{11} = U_1 + V_1 \quad \therefore \quad 120 = U_1 + V_1$$
$$C_{12} = U_1 + V_2 \quad \therefore \quad 150 = U_1 + V_2$$

$$C_{22} = U_2 + V_2 \quad \therefore \quad 80 = U_2 + V_2$$
$$C_{23} = U_2 + V_3 \quad \therefore \quad 50 = U_2 + V_3$$
$$C_{33} = U_3 + V_3 \quad \therefore \quad 100 = U_3 + V_3$$

يلاحظ أن يتكون لدينا خمس معادلات وستة مجاهيل. ولحل هذه المعادلات يفترض أن $U_1 = 0$. وباستخدام التعويض المتتابع يتم تقدير قيم باقي المتغيرات (المجاهيل). وتكون النتائج على النحو التالي:

$U_1 = 0 \qquad V_1 = 120$

$U_2 = -70 \qquad V_2 = 150$

$U_3 = 20 \qquad V_3 = 120$

بإضافة قيم المتغيرات المقدرة إلى الجدول Iteration 2-1 نحصل على الصورة التالية:

	B_1		B_2		B_3		Supply	U_i
A_1	200	120	200	150		40	400	0
A_2		100	500	80	100	50	600	-70
A_3		50		20	200	100	200	-20
Demand	200		700		300		1200	
V_j	120		150		120			

يتم تقييم الخلايا الفارغة باستخدام المعادلة:

$$C_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$$

$$C_{13} = C_{13} - U_1 - V_3 = 40 - 0 - 120 = 080$$
$$C_{21} = C_{21} - U_2 - V_1 = 100 - \ -70 - 120 = +50$$
$$C_{31} = C_{31} - U_3 - V_1 = 50 - \ -20 - 120 = -50$$
$$C_{32} = C_{32} - U_3 - V_2 = 20 - \ -20 - 150 = -110$$

يتم إدخال الخلية صاحبة أكبر رقم سالب إلى الحل بنفس الطريقة السابقة SSM، ويتم إعادة حساب V_J , U_I مرة أخرى حتى نصل إلى جميع المقدرة C_{ij} أصفار أو قيم موجبة.

الحل باستخدام طريقة فوجيل التقريبية (VAM)

هذه الطريقة تعتمد على حساب الفرق بين أصغر تكلفة والتكلفة التي تليها مباشرة، وذلك لكل صف وكل عمود على حدة. يتم اختيار أكبر فرق ممكن فيتم تحديد الصف أو العمود الذي نعمل عليه، وفي هذا الصف أو العمود نختار الخلية صاحبة أقل تكلفة نقل ويتم تحميلها بأقصى عدد من الوحدات، وبهذا يكون قد تم تكوين الصف الأول في جدول الفروق. نعيد نفس الحسابات مرة أخرى لتكوين الصف الثاني في الجدول ونختار خلية جديدة... وهكذا.

وبالرجوع إلى المشكلة الأصلية نجد أن جدول التكاليف يأخذ الصورة التالية

	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120	150	40	400
A_2	100	80	50	600
A_3	50	20	100	200
Demand	200	700	300	1200

بحساب الفرق بين أقل تكلفة، والتكلفة التالية لها في كل صف وكل عمود نحصل على جدول الفروق الآتي:

Rows			Columns			Cells	Units
A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3		
80	30	30	50	60	10	A_1B_3	300
30	20	30	50	60	-	A_3B_2	200
30	20	-	20	70	-	A_2B_2	500
120	100	-	20	-	-	A_1B_1	100
100	-	-	100	-	-	A_2B_1	100

نجد أن جدول الفروق يتكون من أربعة أجزاء الجزء، الأول للتعبير عن الصفوف Rows وهذا الجزء مقسم إلى ثلاثة أعمدة A_1 , A_2 , A_3 بواقع عمود لكل مصنع، والجزء الثاني للتعبير عن

الأعمدة Columns ومقسم إلى ثلاثة أعمدة هي B_2 , B_3 , B_1 بواقع عمود لكل مخزن، أما الجزء الثالث فيتم تحديد الخلايا Cells التي يتم تحميلها، والجزء الرابع لتحديد عدد الوحدات التي يتم تحميلها في كل خلية.

إن هذا الجدول (جدول الفروق) يتم تكوينه صف يلي الأخر على النحو التالي:

الصف الأول من جدول الفروق:

ففي جدول المشكلة الأصلي نجد أن الفرق بين أصغر تكلفة والتكلفة التالية لها مباشرة في الصف الأول هي 80 = 40 – 120 وذلك من جدول النقل، وفي صف A_2 نجد أن الفرق أصغر تكلفتين هي 30= 50 – 80، وفي صف A_3 نجد أن الفرق بين أصغر تكلفتين هي - 50 30=20، وهكذا بالنسبة لكل عمود فنجد أن الفرق بين أصغر تكلفتين في أعمدة جدول النقل على الترتيب هي ٥٠ للمخزن الأول B_1، ٦٠ للمخزن الثاني B_2، ١٠ للمخزن الثالث B_3 لكل من B_3 , B_2 , B_1. بالنظر إلى جدول الفروق والبحث عن أكبر فرق فيه نجد أن أكبر فرق هو ٨٠ وهو يمثل الفرق بين الخليتين A_1B_1 , A_1B_3، باختيار الخلية التي تحقق أقل تكلفة نجد أنها A_1B_3 وتكلفة النقل فيها ٤٠ جنيه للوحدة، يتم تحميل هذه الخلية بأقصى عدد من الوحدات (عدد الوحدات الأقل من صفها ٤٠٠ وعمودها ٣٠٠) وهو ٣٠٠ وحدة، فيتم كتابة اسم الخلية في عمود Cells وعدد الوحدات في عمود Units بهذا يكون عمود B_3 قد تم استنفاذه، ولا يمكن إضافة وحدات جديدة إليه. أما الصف الأول فنجد فيه أن عدد الوحدات الباقية فيه ١٠٠ وحدة.

نرجع مرة أخرى إلى جدول الفروق لتسجيل الفرق بين أصغر تكلفتين في الصفوف والأعمدة الباقية مع الأخذ في الاعتبار أن العمود الثالث من جدول النقل قد تم استنفاذه. بحساب الفرق للصفوف والأعمدة على الترتيب نحصل على الصف الثاني من جدول الفروق وهو ٦٠، ٥٠، ٣٠، ٢٠، ٣٠ ونجد أن أكبر فرق هو ٦٠، ويقع في عمود B_2 من جدول النقل، ونجد أن أصغر تكلفة تقع في الخلية A_3B_2 وبتحميلها بأقصى عدد وحدات ممكنة من صفها وعمودها نجد أن عدد هذه الوحدات ٢٠٠ وحدة، وبهذا يكون الصف الثالث من جدول النقل قد تم استنفاذه، والعمود الثاني يتبقى به ٥٠٠ وحدة... وهكذا حتى نصل إلى الخلية A_1B_1 وعدد الوحدات الباقية هي ١٠٠ وحدة، وبهذا يكون قد تم تحميل جميع الخلايا. ويظهر الحل في الجدول التالي:

	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	120 100	150	40 300	400
A_2	100 100	80 500	50	600
A_3	50	20 200	100	200
Demand	200	700	300	1200

لعل طريقة الحل باستخدام VAM تبدو صعبة وتحتاج إلى تركيز من القارئ حتى لا يخطئ في الحل، ولتبسيط هذه الطريقة سيتم حل المثال السابق بطريقة توضيحية أكثر حيث يتم البدء من الجدول الأول للمثال ونبدأ بإضافة عمود وصف إلى الجدول لنسجل فيه الفرق بين أصغر تكلفتين في كل صف وكل عمود وهذا العمود يسمى Diff.

	B_1	B_2	B_3	Supply	Diff
A_1	120	150	40 300	400	80
A_2	100	80	50	600	30
A_3	50	20	100	200	30
Demand	200	700	300	1200	
Diff	50	60	10		

من صف وعمود Diff يتم اختيار أكبر رقم (اكبر فرق) ونجد أنه يقع في الصف الأول وقيمته ٨٠. بفحص هذا الصف نجد أن اصغر تكلفة في هذا الصف هي A_1B_3 فيتم تحميلها بأقصى قدر ممكن (عدد الوحدات الأقل من صفها وعمودها) وهو ٣٠٠ وحدة. بهذا يكون العمود الثالث قد تم استنفاذه والصف الأول يتبقى به ١٠٠ وحدة فقط. يتم الانتقال إلى الجدول التالي لإعادة نفس الخطوات السابقة.

ويلاحظ في هذا الجدول أن الفرق بين أصغر تكلفتين في الصف الأول بين الخليتين A_1B_2 , A_1B_1 وذلك لأن A_1B_3 قد يتم تحميلهما. وفي الصف الثاني نجد أن الفرق بين A_2B_2 , A_2B_1 وذلك لأن العمود الثالث قد تم استنفاذه، وكذلك الصف الثالث كان الفرق بين A_3B_2 A_3B_1 , أما بالنسبة للأعمدة فتم حساب الفرق للعمودين الأول والثاني أما الثالث فلم يتم حسابه لأنه لا يدخل في الحل هذه المحاولة. باختيار أكبر رقم من صف وعمود Diff نجد أنه ٦٠ وهو يقع في العمود الثاني. بفحص العمود الثاني نجد أن أصغر تكلفة هي A_3B_2 وبتحميل هذه الخلية باقصى قدر ممكن من الوحدات نجد أنه يمكن تحميلها بعدد ٢٠٠ وحدة وبهذا يكون الصف الثالث من الجدول قد تم استنفاذه والعمود الثاني يتبقى به ٥٠٠ وحدة. ويمكن أن يكون الجدول التالي في الصورة التالية:

بحساب الفرق للخلايا الباقية واختيار أكبر فرق نجد أنه يقع في العمود الثاني ومقداره ٧٠ وحيث إن أصغر تكلفة في العمود الثاني هي A_2B_2 فيتم تحميلها بعدد ٥٠٠ وحدة.

وبالتالي يمكن الحصول على الجدول التالي:

	B_1	B_2	B_3	Supply	Diff
A_1	120	150	40 300	100	30
A_2	100	80 500	50	600	20
A_3	50	20 200	100		
Demand	200				
Diff	20				

بحساب الفرق للخلايا المتاحة واختيار أكبر رقم من صف وعمود Diff نجد أنه يقع أمام الخلية A_1B_1 فيتم تحميلها بعدد ١٠٠ وحدة، ويلي ذلك الخلية الباقية الوحيدة وهي A_2B_1 فيتم تحميلها بالوحدات الباقية وهي ١٠٠ وحدة.

	B_1		B_2		B_3		Supply
A_1		120		150		40	400
	100				300		
A_2		100		80		50	600
	100		500				
A_3		50		20		100	200
			200				
Demand	200		700		300		1200

وبحساب إجمالي تكاليف النقل نجد أن:

$$Transportation\ cost = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{i=1}X_{ij}$$

$$= 100\,(120) + 300\,(40) + 100\,(100) + 500\,(80) + 200\,(20) = 78000LE$$

وبتقييم الحل بإحدى الطريقتين SSM أو MODI نجد أن هذا هو الحل الأمثل.

الحالة الثانية: حالة العرض لا يساوي الطلب:

في المثال السابق كان عدد الوحدات المعروضة يساوي عدد الوحدات المطلوبة. أما الآن فنتطرق إلى حالة أخرى وهي أن عدد الوحدات المطلوبة لا يساوي عدد الوحدات المعروضة، وفي هذه الحالة يتم إضافة خانة وهمية Dummy إلى الرقم الأقل حتى يتساوى العرض مع الطلب، ويلاحظ أن تكلفة النقل في الخانة الوهمية يساوي صفراً.

مثال توضيحي رقم (٢):

شركة تأجير سيارات لديها معرضات لايجار السيارات، وعدد السيارات المتاحة في المعرض ١٣، ١٥ سيارة على الترتيب وكان على الشركة نقل السيارات المؤجرة من ٤ أماكن إلى المعرضين وكانت تكاليف نقل السيارة من كل مكان من الأماكن الأربعة (حيث يتركها العميل) إلى مقري الشركة موضح بالجدول الآتي:

	1	2	3	4
Source 1	45	17	21	30
Source 2	14	18	19	31

وكان عدد السيارات في الأماكن الأربعة على الترتيب ٩، ٦، ٧، ٩ سيارة وكان المطلوب نقل هذه السيارات من أربعة الأماكن إلى مقري الشركة **باستخدام طريقة VAM.**

الحل:

نجد أن عدد السيارات المتاحة في مقري الشركة تمثل العرض

$$Supply = 15 + 13 = 28$$

بينما عدد السيارات المراد نقلها من الأماكن التي يتركها فيها العملاء تمثل الطلب

$$Demand = 9 + 6 + 7 = 31$$

وحيث إن العرض لا يساوي الطلب بفارق ثلاث سيارات فيتم إضافة خانة وهمية Dummy تكلفة النقل فيها تساوي صفراً. ويلاحظ في هذا الجدول أن مقري الشركة S_2 , S_1 يمثلان جانب العرض ولهذا يتم وضعها في يسار الجدول، أما الأماكن الأربعة D_1 , D_2 , D_3 , D_4 فيمثلان جانب الطلب ولهذا يتم وضعهم أعلى الجدول. نجد من الجدول أن مجموع الصفوف (جانب العرض) يساوي ٢٨ سيارة أما مجموع الأعمدة (جانب الطلب) يساوي ٣١ سيارة. إذن مجموع الصفوف أصغر من مجموع الأعمدة، وفي هذه الحالة يتم إضافة صف وهمي حتى يتساوى مجموع الصفوف مع مجموع الأعمدة. أما في حالة أن مجموع الأعمدة أقل من مجموع الصفوف فيتم إضافة عمود وهمي ليتساوى مجموع الأعمدة مع مجموع الصفوف.

وبهذا يصبح جدول النقل الأساسي كما يلي:

Rows			Columns				Cells	Units
S_1	S_2	S_3	D_1	D_2	D_3	D_4		
4	4	0	14	17	19	30	S_3D_4	3
4	4	-	31	1	2	1	S_2D_1	9
4	1	-	-	1	2	1	S_1D_2	6
9	12	-	-	-	2	1	S_2D_3	4
9	-	-	-	-	21	30	S_1D_4	6
21	-	-	-	-	21	-	S_1D_3	3

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	45	17	21	30	15
S_2	14	18	19	31	14
S_3 Dummy	0	0	0	0	3
Demand	9	6	7	9	31

نبدأ بتكوين جدول الفروق حيث يتم حساب الفرق بين أصغر تكلفة والتكلفة التي تليها في كل صف وكل عمود على حدة لتكون الصف الأول من جدول الفروق، ثم نختار أكبر رقم من هذا الصف ونحدد الخلية التي تعطي أقل تكلفة ويتم تحميلها بأقصى عدد ممكن من الوحدات.

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	45	17 6	21 3	30 6	15
S_2	14 9	18	19 4	31	14
S_3 Dummy	0	0	0	0 3	3
Demand	9	6	7	9	31

وبهذا يكون جدول الحل النهائي في الصورة التالية:

وتكون تكلفة نقل الوحدات من الأماكن الأربعة إلى مقري الشركة هي:

$$Transportation\ Cost = 6(17) + 3(21) + 6(30) + 9(14) + 4(19) + 3(0) = 547 L.M$$

مثال توضيحي رقم (٣)

أوجد الحد الأمثل لمشكلة النقل التالية باستخدام طريقة الركن الشمالي الغربي NWCM حيث إن العمود الأخير يمثل العرض والصف الأخير.

يمثل الطلب والأرقام داخل الجدول تكاليف نقل الوحدة التالية:

F_i / W_i	F_1	F_2	F_3	Supply
W_1	2	6	4	8
W_2	5	4	3	2
W_3	3	2	1	8
Demand	5	6	7	18

الحل:

في طريقة NWCM نبدأ بالخلية التي تقع في أعلى مسار الجدول وهي الخلية W_1F_1 ويتم تحميلها بأقصى عدد من الوحدات. وأقصى عدد من الوحدات هو عدد الوحدات الأقل في صفها أو عمودها، ونجد أن العمود الأول المطلوب فيه خمس وحدات والصف الأول المتاح فيه ثماني وحدات، وبهذا يتم تحميل الخلية W1F1 بخمس وحدات، وبهذا يكون العمود الأول قد تم استنفاذه بالكامل ويتبقى من الصف الأول ثلاث وحدات. يلي ذلك الاتجاه يميناً إلى الخلية W1F2 وتم تحميلها بثلاث وحدات، ثم الاتجاه رأسياً وإلى أسفل إلى الخلية W2F2 وهكذا حتى نحصل على الجدول التالي:

F_i / W_i	F_1	F_2	F_3	Supply
W_1	(1) 5 [2]	(2) 3 [6]	[4]	8
W_2	[5]	(3) 2 [4]	[3]	2
W_3	[3]	(4) 1 [2]	(5) 7 [1]	8
Demand	5	6	7	18

ويمكن من هذا الجدول حساب إجمالي تكاليف النقل كما يلي:

$$Total\ Transportation\ cost = 5(2) + 3(6) + 2(4) + 1(2) + 7(1) = 45$$

تقييم أمثلية الحل بطريقة SSM:

يتم تقييم الخلايا الصفرية كما يلي:

*تقييم الخلية W_1F_3

$$W_1F_3 = C_{13} - C_{12} + C_{32} - C_{33} = 4 - 6 + 2 - 1 = -1$$

*تقييم الخلية W_2F_1

$$W_2F_1 = C_{21} - C_{11} + C_{12} - C_{22} = 5 - 2 + 6 - 4 = +5$$

*تقييم الخلية W_2F_3

$$W_2F_3 = C_{23} - C_{22} + C_{32} - C_{33} = 3 - 4 + 2 - 1 = ZERO$$

تقييم الخلية W_3F_1

$$W_3F_1 = C_{31} - C_{11} + C_{12} - C_{32} = 3 - 2 + 6 - 2 = +5$$

يلاحظ عند تقييم الخلايا الفارغة في مشكلة تخفيض التكاليف أنه إذا كانت:

جميع النتائج أرقاماً موجبةً أو أصفاراً فهذا يعني الوصول إلى الحل الأمثل.

إذا كانت النتائج أرقام سالبة فهذا يعني عدم الوصول إلى الحل الأمثل، ويمكن تحسين الحل لخفض التكاليف وذلك بإدخال الخلية الفارغة صاحبة أكبر رقم سالب في الحل.

يلاحظ أن الخلية W_1F_3 صاحبة أكبر رقم سالب ولإدخالها في الحل يتم تحميلها بأقل عدد من الوحدات في مسار تقييمها بشرط أن تكون للخلية إشارة سالبة. ونجد أن مسار تقييم هذه الخلية هو

$$W_1F_3 = W_1F_3 - W_1F_2 + W_3F_2 - W_3F_3$$

فنجد أن الخلايا السالبة هي W_1F_2، W_3F_3 والخلية W_1F_2 (ثلاث وحدات) بها أقل عدد وحدات) يتم نقل ثلاث وحدات من الخلايا السالبة إلى الخلايا الموجبة على النحو التالي:

$$W_1F_3 = W_1F_3 - W_1F_2 + W_3F_2 - W_3F_3$$

$$W_1F_3 = 0 + 3 = 3$$

$$W_1F_2 = 3 - 3 = 0$$

$$W_3F_2 = 1 + 3 = 4$$

$$W_3F_3 = 7 - 3 = 4$$

وبهذا يكون جدول النقل كما يلي:

F1	F1	F2	F3	supply
W1	٥		٣ ٤	٨
W1		٢		٢
W2		٤	٤	٨
Demand	٥	٦	٧	١٨

يتم تقييم الخلايا الصفرية في الجدول الأخير على النحو التالي:

$$W_1 F_2 = 6 - 4 + 1 - 2 = 1$$
$$W_2 F_1 = 5 - 2 + 4 - 1 = 4$$
$$W_2 F_3 = 3 - 4 + 2 - 1 = ZERO$$
$$W_3 F_1 = 3 - 2 + 4 - 1 = +4$$

وحيث إن نتائج التقييم كلها أصفار أو أرقام موجبة فهذا يعني أن الجدول الأخير هو جدول الحل الأمثل، وبهذا تكون تكاليف النقل هي:

$$Transportation\ Cost = 5)2(+3(4)+ \ 4(2)+ \ 4(1)= 42$$

حالة تعظيم الأرباح:

حالة تعظيم الأرباح تختلف عن تخفيض التكاليف في النقاط التالية:

عند استخدام طريقة LCM كأن يتم اختيار أصغر تكلفة في الجدول وذلك بهدف تخفيض التكاليف، أما في حالة الأرباح فيتم اختيار أكبر خلية في الجدول لنبدأ الحل بها وتسمى هذه الطريقة Maximum Profit Method (MPM) وذلك بهدف تعظيم الأرباح.

عند استخدام طريقة VAM كان يتم حساب الفرق بين أصغر تكلفتين لكل صف وكل عمود وذلك بهدف تخفيض التكاليف أما في حالة تعظيم الأرباح فيتم حساب الفرق بين أكبر رقمين لكل جدول ويلي ذلك اختيار أكبر فرق ويتم تحميل الخلية الكبرى وليست الصغرى.

عند تقييم أمثلية الحل بطريقة SSM يتم اختيار الخلايا صاحبة أكبر رقم موجب في التقييم.

الحل الأمثل يتمثل عند الحصول على تقييم الخلايا الفارغة يكون أصفاراً أو قيماً سالباً.

مثال توضيحي رقم (٤)

شركة لديها ثلاث مصانع A_1 , A_2 , A_3 كان لديها ثلاثة مخازن B_1 , B_2 , B_3 وتوافرت لدينا البيانات التالية عن حجم الإنتاج وتكاليف الإنتاج للوحدة بالإضافة إلى تكاليف نقل الوحدة من أي من المصانع الثلاثة إلى أي من المخازن الثلاثة.

المصنع	عدد الوحدات	تكلفة الإنتاج	تكلفة النقل		
			B_1	B_2	B_3
A_1	2000	200	60	80	50
A_2	2500	280	100	30	100
A_3	1800	300	80	120	70

وكان عدد الوحدات المطلوبة للمخزن الأول B_1 هي ١٦٠٠ وحدة، وللمخزن الثاني B_2 هي ٢٤٠٠ وحدة، والمخزن الثالث B_3 ٢٠٠٠ وحدة، إذا علمت أن سعر الوحدة في المخزن الأول B_1 ٤٥٠ جنيه وفي المخزن الثاني B_2 ٤٢٠ جنيه وفي المخزن الثالث B_3 ٤٠٠ جنيه. المطلوب تحديد عدد الوحدات الواجب نقلها من كل مصنع إلى كل مخزن بشرط تعظيم الأرباح.

الحل:التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + تكاليف النقل

يلاحظ في هذه المصفوفة أن تكلفة الإنتاج في المصنع الأول A_1 هي ٢٠٠ جنيه للوحدة وتكلفة نقل الوحدة من المصنع الأول إلى المخزن الأول ٦٠ جنيه وإلى المخزن الثاني ٨٠ جنيه وإلى المخزن الثالث ٥٠ جنيه، وبالتالي فإن التكلفة الكلية للوحدة المنتجة بواسطة المصنع الأول تساوي ٢٦٠ جنيهاً في المخزن الأول و٢٨٠ جنيهاً في المخزن الثاني و ٢٥٠ جنيهاً في المخزن الثالث. وخلاصة القول أنه عند حساب التكاليف الكلية يتم جمع الصفوف حيث إن الصفوف تمثل المصانع الثلاثة.

صافي الربح = سعر البيع – إجمالي التكاليف

يلاحظ في هذه المصفوفة أن أعمدة المصفوفة تمثل المخازن، ولهذا عند حساب صافي الربح يتم طرح سعر بيع الوحدة في المخزن الأول وهو ٤٥٠ جنيه من التكلفة الكلية للوحدة من المخزن الأول والواردة إليه من الثلاث مصانع.

$$\begin{bmatrix}450\\420\\400\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}260 & 280 & 250\\380 & 310 & 380\\380 & 420 & 320\end{bmatrix}=$$

$$\begin{bmatrix}450 & 420 & 400\\450 & 420 & 400\\450 & 420 & 400\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}260 & 280 & 250\\380 & 310 & 380\\380 & 420 & 320\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}190 & 140 & 150\\70 & 110 & 20\\70 & 0 & 30\end{bmatrix}$$

وبهذا يمكن تكوين جدول صافي الربح كما يلي:

	B_1	B_2	B_3	Supply
A_1	190	140	150	2000
A_2	70	110	20	2500
A_3	70	0	30	1800
Demand	1600	2400	2000	6300/ 6000

يلاحظ أن العرض Supply أكبر من الطلب Demand، فيجب إضافة عمود وهمي حتى يتساوى العرض مع الطلب، وهذا المتغير الوهمي يكون ربحه صفراً وبهذا يصبح الجدول في الصورة التالية

	B_1	B_2	B_3	B_4	Supply
A_1	190	140	150	0	2000
A_2	70	110	20	0	2500
A_3	70	0	30	0	1800
Demand	1600	2400	2000	300	6300

الحل بطريقة (MPM) أسلوب تعظيم الأرباح

نبدأ بالبحث عن أكبر ربح في الجدول ثم الخلية التي تليها... وهكذا.

أكبر	الخلية	المتاح في	المتاح في	التحميل	باقي في	باقي في	إلغاء
١٩٠	A_1B_1	٢٠٠٠	١٦٠٠	١٦٠٠	٤٠٠	٠	B_1
١٥٠	A_1B_3	٤٠٠	٢٠٠٠	٤٠٠	-	١٦٠٠	A_1
١١٠	A_2B_2	٢٥٠٠	٢٤٠٠	٢٤٠٠	١٠٠	-	B_2
٣٠	A_3B_3	١٨٠٠	١٦٠٠	١٦٠٠	٢٠٠	-	B_3
٥	A_3B_4	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	-	-	A_3
٥	A_2B_4	١٠٠	١٠٠	١٠٠	-	-	

وبهذا يكون جدول الحل كما يلي:

	B_1	B_2	B_3	B_4 dummy	Supply
A_1	190 1600	140	150 400	0	2000
A_2	70	110 2400	20	0 100	2500
A_3	70	0	30 1600	0 200	1800
Demand	1600	2400	2000	300	6300

الحل بطريقة فوجيل التقريبية (VAM)

يتم تكوين جدول الفروق كما يلي:

Rows			Columns				Cells	Units
A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	B_4		
40	40	40	120	30	120	0	A_1B_1	1600
10	90	30	-	30	120	0	A_1B_3	400
-	90	30	-	110	10	0	A_2B_2	2400
-	20	30	-	-	10	0	A_3B_3	1600
-	0	0	-	-	-	0	A_2B_4	100
			-			0	A_3B_4	200

يلاحظ في السطر الأخير من جدول الفروق أن جميع الفروق أصبحت أصفاراً، أي لا نستطيع اختيار إحدى الخلايا. ولكن بالنظر إلى الخلايا غير المحملة في الجدول نجد أنها A_2B_4 A_3B_4، ولا يمكن أن نخطيء في تحميلها لأن كل خلية ليس لها إلا سبيل واحد للتحميل وهو ١٠٠، ٢٠٠ وحدة على الترتيب.

ونجد أن جدول الحل التي يتم التوصل إليه بطريقة VAM هو نفس الجدول الذي توصلنا إليه بطريقة MPM السابقة. نجد في هذا الحل أن الخلية A_2B_4 بها ١٠٠ وحدة، وحيث إن B_4 مخزن وهمي فهذا يعني أن المصنع A_2 يجب تخفيض إنتاجه بعدد ١٠٠ وحدة، وكذلك المصنع A_3 يجب تخفيض إنتاجه بعدد ٢٠٠ وحدة.

ومن هذا الجدول نجد أن إجمالي الأرباح هو هي:

$$Z = 190\,(1600) + 150\,(400) + 110(2400) + 30(1600) = 685000 L.E$$

تقييم أمثلية الحل باستخدام طريقة SSM

تقييم الخلايا الصفرية أو الخلايا الفارغة:

$$A_1B_2 = C_{12} - C_{13} + C_{33} - C_{34} + C_{24} - C_{22} = 140 - 150 + 30 - 0 + 0 - 110 = -90$$

$$A_1B_4 = C_{14} - C_{34} + C_{33} - C_{13} = 0 - 0 + 30 - 150 = -120$$

$$A_2B_1 = C_{21} - C_{24} + C_{34} - C_{33} + C_{13} - C_{11} = 70 - 0 + 0 - 30 + 150 - 190 = Zero$$

$$A_2B_3 = C_{23} - C_{24} + C_{34} - C_{33} = 20 - 0 + 0 - 30 = -10$$

$$A_3B_1 = C_{31} - C_{33} + C_{13} - C_{11} = 70 - 30 + 150 - 190 = Zero$$

$$A_3B_2 = C_{32} - C_{34} + C_{24} - C_{22} = 0 - 0 + 0 - 110 = -110$$

يلاحظ عند تقييم الخلايا الصفرية وفي حالة تعظيم الأرباح أنه إذا كان:

تقييم الخلايا موجباً فهذا يعني أن هذه الخلية تؤدي إلى زيادة الأرباح، وبالتالي نبحث عن الخلية أكبر رقم موجب من التقييم ونحاول تحميلها.

إذا كان تقييم الخلية صفراً فهذا يعني أن دخول هذه الخلية الحل لا يؤثر على الأرباح بالزيادة أو النقص.

إذا كان تقييم الخلية سالباً فهذا يعني أن هذه الخلية تؤثر على الأرباح بالنقص، ويجب أن نترك هذه الخلية.

تمارين عامة

إذا توافرت لديك البيانات التالية عن تكلفة نقل الوحدة من ثلاثة مصانع A,B,C إلى مخزنيين N, M، وكان العمود الأخير يمثل الكميات المعروضة من المصانع الثلاث والصف الأخير يمثل الكميات المطلوبة لكل مخزن. المطلوب إيجاد الحل الأمثل لهذه المشكلة بطريقة الركن الشمالي الغربي.

Stores Factories	m	n	supply
A	٦٠	٥٠	٧
B	٦٥	٥٢	٨
C	٥٥	٤٨	١٠
Demand	١٢	٥	

٢. أوجد الحل الأمثل لمشكلة النقل الآتية باستخدام طريقة فوجيل التقريبية VAM، حيث إن العمود الأخير بالمصفوفة يمثل العرض، والصف الأخير يمثل الطلب، والأرقام داخل المصفوفة تمثل تكلفة نقل الوحدة. ثم اختبر أمثلية الحل بطريقة MODI.

Stores factories	m	n	o	p	supply
A	٢	٤	٢	٦	٢٧٠٠
B	٣	٣	٥	٤	٣٠٠٠
Demand	١٠٠	١٥٠٠	١٢٠٠	٢٠٠٠	٥٧٠٠

شركة لديها ثلاثة مصنع A , B , C، ولديها أربعة مخازن D , E , F , G إذا علمت أن الإنتاج الشهري للمصنع A يبلغ ٧٠ وحدة، وللمصنع B ٩٠ وحدة وللمصنع ١١٥C وحدة، وكانت الطاقة الاستيعابية للمخازن الأربع على الترتيب ٥٠، ٦٠، ٧٠، ٩٥ إذا توافرت لديك بيانات عن تكاليف نقل الوحدة من كل مصنع إلى كل مخزن في المصفوفة التالية فأوجد الحل الأمثل لهذه المشكلة إذا كان الهدف هو تخفيض التكاليف الكلية للنقل
مستخدماً طريقة فوجيل التقريبية VAM، ثم اختبر أمثلية الحل مستخدماً طريقة SSM.

	D	E	F	G
A	١٧	٢٠	١٣	١٢
B	١٥	٢١	٢٦	٢٥
Demand	١٥	١٤	١٥	١٧

وجد الحل الأمثل لمشكلة النقل الآتية وإلى تشتمل على أربعة مصادر وخمسة مراكز للطلب باستخدام طريقة فوجيل التقريبية VAM.

BI / AI	B1	B2	B3	B4	B5	supply
AI	٦	٢	٨	٧	٥	٤٠
A2	٤	٣	٧	٥	٩	٧٠
A3	٢	١	٣	٦	٤	٦٠
A4	٥	٦	٤	٨	٣	٣٠
Demand	٣٠	٦٠	٥٠	٤٠	٢٠	٢٠٠

٥. أوجد الحل الأمثل لمشكلة النقل الآتية مستخدماً طريقة أقل تكلفة LCM، ثم اختبر أمثلية الحل باستخدام طريقة حجر الوطء SSM.

BI AI	B1	B2	B3	B4	B5	supply
AI	١٢	٤	٩	٥	٨	٥٥
A2	٨	١	٦	٦	٧	٤٥
A3	١	١٢	٤	٧	٧	٣٠
A4	١٠	١٥	٦	٩	١	٥٠
A5	٤٠	٢٠	٥٠	٤٠	٢٠	١٨٠

٦. أوجد الحل الأمثل لمشكلة النقل الآتية باستخدام طريقة فوجيل التقريبية VAM، ثم اختبر أمثلية الحل إذا كان الهدف تخفيض تكاليف النقل الكلية.

BI AI	B1	B3	B2	B3	supply
AI	9	٩	٨	6	١٥٠
A2	4	٤	٥	7	١٠٠
A3	6	٦	١٠	12	٢٠٠
A4	200	٦	١٧٥	٧٥	٤٥٠

٧. بالرجوع إلى التمرين رقم (٦) افترض أن المصفوفة المعطاة كانت تمثل ربح الوحدة، فالمطلوب إيجاد الحل الأمثل بهدف تعظيم الأرباح.

	m	N	Dummy	supply
A	(١) ٥٠ ٧	٦٠	٠	٧
B	(٢) ٥٢ ٣	(٣) ٦٥ ٣	٠	٨
C	٤٨	(٤) ٥٥ ٢	(٥) ٠ ٨	١٠
Demand	١٢	٥	٨	٢٥

٨. شركة لإنتاج الغذاء لديها مصنعان لإنتاج الخبز، فإذا كانت بيانات المصنعين هي:

المصنع	الطاقة الانتاجية	تكلفة الانتاج
A	2500	٢٣
B	1200	٢٣

وكان هناك أربعة مطاعم تريد شراء هذا الخبز فإذا كانت بيانات الطلب هي:

المصنع	الاحتياج الكلى	السعر المقدم
C	١٨٠٠	٣٩
B	٢٣٠٠	٣٤
E	٥٥٠	٤٠
F	١٧٥٠	٣٦

كما أن أسعار نقل الخبز من المصانع إلى المطاعم هي:

	C	D	E	F
A	٦	٨	11	G
B	١٢	٦	8	5

المطلوب مساعدة مدير الشركة على بيع إنتاج المطاعم الأربعة بشرط تعظيم الأرباح.

	m	N	B3	supply
A	٥٠	٦٠	٠	٧
B	٣٢	٦٥	٠	٨
C	٤٨	٥٥	٠	١٠
Demand	١٢	٥	٨	٢٥



الفصل الثامن

الرقابة على الجودة ونظرية المنفعة

الجودة Quality

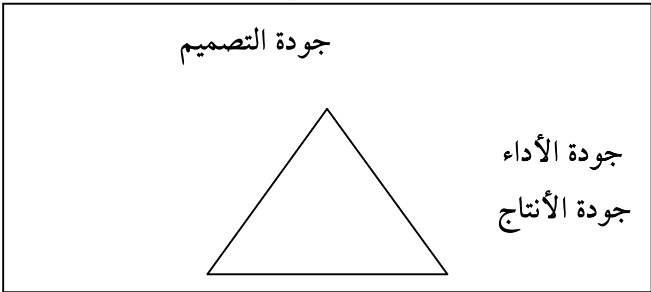
جودة التصميم: Design Quality

أن مجموعة الصفات والخصائص والمعايير التي يجب أن، تتوافر في المنتج وبما يتطابق مع المعيار ويلبي رغبات وتفضيلات المستهلك وهذا ما ندعوه بالمفهوم الحديث للجودة، مجموعة معينة من الخصائص الملموسة في تصميم المنتج سواء أكان سلعة أم خدمة. ومثال على ذلك استخدام الحرير الطبيعي بدلاً من الصناعي في إنتاج القميص، وضرورة الفحص الشامل للمريض قبل إجراء أية عملية جراحية له.

جودة الأداء: Performance Quality

ويقصد بها قدرة السلعة أو الخدمة على الأداء الجيد، أو إرضاء الزبون لأطول فترة ممكنة، وهو ما ندعوه بدرجة الاعتمادية Reliability.

جودة الإنتاج: Production Quality   شكل رقم (١) مثلث الجودة



وهي عنصر هام في مثلث الجودة هذا، إذ أنه لا يكون من الممكن ترجمة جودة التصميم إلى واقع ملموس ولا يمكن تحقيق جودة الأداء بدون العمليات الإنتاجية، فجودة الإنتاج يقصد بها جودة ظروف الإنتاج، وجودة العمليات الإنتاجية وتسمى في بعض الأحيان بجودة المطابقة Conformance Quality يقصد بها مدى مطابقة جودة التصميم مع ظروف وعمليات الإنتاج في المنظمة، فهذا التطابق ستكون له نتائج إيجابية على الجودة الكلية للمنتوج بشكل عام وجودة الأداء بشكل خاص.

إن وظيفة إدارة الجودة في المنظمة هي تحقيق نوع من التوازن والتكامل بين قرارات عديدة، فتحديد كلاً من جودة التصميم وجودة الأداء يضمن توازناً بين ما يريده المستهلك من جهة وبين ظروف وإمكانات المنظمة في المجال الإنتاجي من جهة أخرى. وحتى يمكن لإدارة الجودة، ضمان مستوى معين من الجودة، فإن من بين وظائفها الهامة جداً، وظيفة الرقابة على الجودة Quality Control.

مفهوم الرقابة على الجودة

يقصد بها مجمل الأنشطة المنفذة بهدف التأكد من مطابقة خصائص وصفات المنتج مع تلك التي كانت محددة له سلفاً.

إذاً فوظيفة الرقابة على الجودة تستهدف التأكد من أن ما يتم إنتاجه يتطابق تماماً مع المواصفات المحددة، وهذا يستلزم بطبيعة الحال وضع مواصفات محددة مسبقاً لإنتاج المنتج، وهذه المواصفات تصبح بمثابة المعايير التي ستتم وفقاً لها مقارنة المواصفات الفعلية مع المواصفات المحددة، لتحديد مستوى التطابق.

والرقابة على الجودة نشاط لا يشمل الرقابة على جودة المنتج النهائي فقط، بل يشمل الرقابة على مدخلات العملية الإنتاجية من مواد ومستلزمات وعمليات، ونقل وتخزين وغيرها لأن في ذلك ضمانة للوصول إلى منتج نهائي يتمتع بمواصفات تتطابق مع المعايير.

إن مضمون الرقابة على الجودة طرأ عليه تطور سببه الرئيس هو ظروف السوق وتعزيز دور وقيادة المستهلك لدورة الإنتاج والجودة.

فالمضمون التقليدي للرقابة على الجودة كان يتطابق مع وظيفة الفحص أو التفتيش Inspection على المنتجات الجاهزة، وعزل المنتجات المعيبة والتي لا تتفق مع المواصفات المحددة عن المنتجات التي ستعرض في الأسواق، بمعنى أن الرقابة على الجودة كانت رقابة على جودة المنتجات النهائية فقط.

أما المضمون الحديث للرقابة على الجودة وفي ظل مداخل الإدارة الحديثة مثل إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management: TQM فقد توسعت مساحة الرقابة على الجودة لتمتد من لحظة البحث عن المورد Supplier حتى ما بعد تسليم المنتوج النهائي إلى الزبون أو المستهلك.

أي من السوق إلى السوق، مروراً بتخزين المواد والمستلزمات وعمليات التشغيل والمناولة وتخزين وشحن المنتجات الجاهزة وعرضها في منافذ التوزيع، حتى تسليمها إلى المستهلك النهائي، ويترافق هذا مع تدريب وتأهيل العنصر البشري على أساليب الرقابة الإحصائية على الجودة،واقتناع ودعم الإدارة العليا لهذا الاتجاه.

والحقيقة فإن المضمون الحديث للرقابة على الجودة يستلزم تضافر جهود جميع الإدارات والأقسام في المنظمة لتحقيق أهدافه.

أما عن دور إدارة الإنتاج والعمليات في هذا النشاط، فهو دور هام جداً، ومنذ البداية وحتى النهاية، ومن منطلق تحديد المسئوليات فإن مسؤولية إدارة الإنتاج والعمليات تبدأ من لحظة استلام المواد والمستلزمات، وتحضير الآلات والمعدات، وترتيب العمليات الإنتاجية وتسلسلها حتى الوصول إلى إنتاج المنتج النهائي وتسليمه إلى المخازن، وهذا يعني أن دورة الإنتاج تبدأ من مخزن المواد والمستلزمات وينتهي عند مخزن السلع الجاهزة.

الأهداف النهائية لنظام الرقابة على الجودة

لقد حدد الباحثان Chase and Aquilano لنظام الرقابة على الجودة مجموعة أهداف محددة تحديداً واضحاً ودقيقاً هي:

تخفيض عدد شكاوي العملاء من مستوى الجودة إلى ٣٪ كحد أقصى.

تخفيض مردودات المبيعات بسبب الجودة إلى ٢٪ كحد أقصى.

تخفيض نسبة المواد التي يعاد تشغيلها مرة أخرى بسبب عدم تمتعها بالجودة المطلوبة إلى ٥٪ كحد أقصى.

خفض تكاليف الرقابة على الجودة والفحص للوحدة من المنتج بنسبة (١٠٪).

ويتم التأكد من تحقق هذه الأهداف في نهاية خطة الجودة، كما أن من الضروري تحديث أو تعديل هذه الأهداف باستمرار.

الاهتمامات الرئيسية لنظام الرقابة على الجودة:

ثمة تساؤلات هامة يتوجب على نظام الرقابة على الجودة الإجابة عليها، وهي:

ما الصفات والخصائص الأساسية في المنتج والتي سيتم قياسها؟ وهل سيتم قياسها جميعها؟ أم جزء منها؟ ومن أبرز هذه الصفات والخصائص: الرتبة Grade، الاعتمادية، سهولة الصيانة، واستمرارية الأداء الجيد.

ما النقاط في مرحلة الإنتاج التي سيتم عندها القيام بالاختبار لمستوى الجودة؟

فإذا كان الإنتاج يتم على مراحل متعددة، فإن نقاط الفحص أو المراقبة ستحدد في ظل بدائل عديدة منها:

أن يكون الفحص لكافة المواد الخام والأجزاء الداخلة في الإنتاج، أي أن الفحص سيتم على المدخلات Inputs وقبل دخولها للإنتاج.

أن يكون الفحص قبل مراحل الإنتاج ذات التكلفة الأعلى، أو ذات القيمة المضافة الأكبر، أو ذات الاستثمارات الأكثر، أو على أساس كم المخزون تحت التشغيل بالمرحلة.

أن يتم الفحص بعد إتمام كل العمليات الإنتاجية، بمعنى الفحص للمخرجات Outputs النهائية.

- ✓ **ما أسلوب الفحص الواجب اتباعه؟** وهل سيتم اعتماد أسلوب الفحص الشامل لجميع الوحدات؟ أم الاعتماد على العينات؟
- ✓ **ما مصير الوحدات المعيبة؟** هل سيتم استبعادها؟ أم سيتم إصلاحها؟ وما خطوات ومتطلبات إصلاحها؟
- ✓ **ما درجة تكرارية عملية القياس والفحص؟** وهذا يتبع لنظام الإنتاج، فكلما كان النظام غير مستقر تطلب درجة تكرار أكبر لعملية القياس والفحص.
- ✓ ما حدود المطابقة للمواصفات الخاصة بتصميم المنتج، وكيف يمكن وضع هذه الحدود؟
- ✓ ما أنسب الأساليب الإحصائية للرقابة على الجودة؟

تدريب (١)

إذا كان المنتج يتصف بجودة التصميم وجودة الأداء و جودة الانتاج هذه الموصفات تمثل العناصر الرئيسة للجودة ؛ ما الغرض من الرقابة في هذه الحالة.

الحل:

الرقابة أنواع كثيرة منها الرقابة الذاتية ، والرقابة من السوق الى السوق ، والرقابة المسبقة وأثناء وبعد اكتمال العملية الإنتاجية ؛ ولو لا هذه الأنواع من الرقابة لما تم الوصول لمواصفات الجودة هذه .إذا الرقابة تمثل التأكد من الأداء الجيد في مراحله المختلفة وحتى بلوغ مرحلة الأخطاء الصفرية في العملية الإتاجية.

تصميم نظام الرقابة على الجودة

إن تصميم نظام متكامل للرقابة على الجودة يتطلب اتباع الخطوات التالية:

اولاً: تحديد النقاط الحرجة Critical أي تحديد أهم المراحل والعمليات التي تحتاج للمراقبة، **وغالباً ما تكون أنواع الرقابة الأهم هي:**

الرقابة على المواد الأولية والمستلزمات لضمان تمتعها بالمواصفات المحددة.

الرقابة على عملية إنتاج السلعة أو الخدمة وخاصة أثناء المراحل الهامة.

الرقابة على المنتوج النهائي وذلك قبل وصوله للمستهلك.

ثانياً: تقرير نوع القياس الذي سيستخدم في نقطة من نقاط الرقابة الحرجة، وعادة ما يوجد خياران: إما أن يبنى القياس على المتغيرات variables مثل الطول، الوزن، الأبعاد وغيرها، أو أن يبنى القياس على الخصائص Attributes مصب نسبة العيوب في العينة، أو عدد العيوب في الوحدة وغيرها. وسنعود إلى هذه النقطة عند بحث المراقبة الإحصائية على الجودة.

ثالثاً: تقرير الكمية التي سيتم فحصها أو مراقبتها، وهذه الكمية إما أن تكون شاملة لجميع الوحدات أو عينة من الوحدات. وهناك بعض الصناعات أو الخدمات التي تستلزم مراقبة شاملة لجميع الوحدات، بينما توجد صناعات أخرى لا يمكن، بل يستحيل مراقبتها إلا من خلال العينة.

رابعاً: تحديد المسؤلين عن عملية الرقابة، وغالباً ما تكون المسؤولية هي مسؤولية كلاً من:

العمال أنفسهم ومراقبين داخليين بنسبة كبيرة.

مراقبين خارجيين ولكن بمسؤوليات أقل.

ويمكن الاعتماد على الزبون نفسه في الرقابة على الجودة سواء أكان ذلك في السلع أو الخدمات خاصة.

حلقات الجودة: Quality Circles

يعد كارو اشيكاوا K. Ishikawa .أول من اقترح حلقات الجودة، وكان ذلك في اليابان في عام ١٩٦١، حيث اقترح تشكيل جماعات صغيرة من العاملين للتعرف على المشاكل المتعلقة بأعمالهم وتطوير حلول لحل المشكلات المتعلقة بالجودة، وسميت هذه الجماعات باسم حلقات الجودة.

وقد سجلت الحلقة الأولى في اليابان في عام ١٩٦٢، وقد وصل عدد هذه الحلقات إلى أكثر من مليون حلقة في اليابان عام ١٩٩٠، وتضم حوالي عشرة ملايين عامل، كذلك انتشرت هذه الحلقات في الدول الغربية ولكن بوقت متأخر عن اليابان إذ بدأ انتشارها فعلياً في الولايات المتحدة الأمريكية بعد عام ١٩٨٠، وبلغت نسبة الشركات التي تطبق هذا الأسلوب أكثر من (٤٤٪) من الشركات الأمريكية المتوسطة والكبيرة الحجم.

ويمكن تعريف حلقة الجودة على أنها مجموعة صغيرة من المتعاونين لأداء أنشطة الرقابة على الجودة ضمن مجال عمل المجموعة، ومعالجة المشكلات المتعلقة بالجودة سواء أكان ذلك بالتطوير الذاتي أو بالتطوير المشترك باستخدام تقنيات الرقابة على الجودة. وعادة ما تضم حلقة الجودة الواحدة ما بين (٦-١٢) متطوعاً ينتمون إلى نفس المستوى الإداري، يتدربون على حل المشكلات باستخدام أساليب وتقنيات مختلفة، وعادة ما تكون الأهداف المنشودة من استحداث

حلقات الجودة تتمحور حول:

تطوير الجودة ونشر ثقافة الجودة بين العاملين.

تحسين مستوى جودة المنتوج.

تخفيض التكاليف.

تقليل الأخطاء.

تحسين الإنتاجية.

إضافة إلى أنها تسهم في تحسين الروح المعنوية لدى العاملين، لأنها تفسح لهم مجال المشاركة في حل المشكلات، مما يعد حافزاً قوياً على الأداء الجيد.

التقنيات والأساليب التي يستخدمها أعضاء الحلقة في حل المشكلات:

ثمة أساليب عدة تساعد الحلقة في تحديد وتحليل وحل المشكلات المرتبطة بالجودة، ومن أهم هذه الأساليب:

أسلوب العصف الذهني Brain Storming

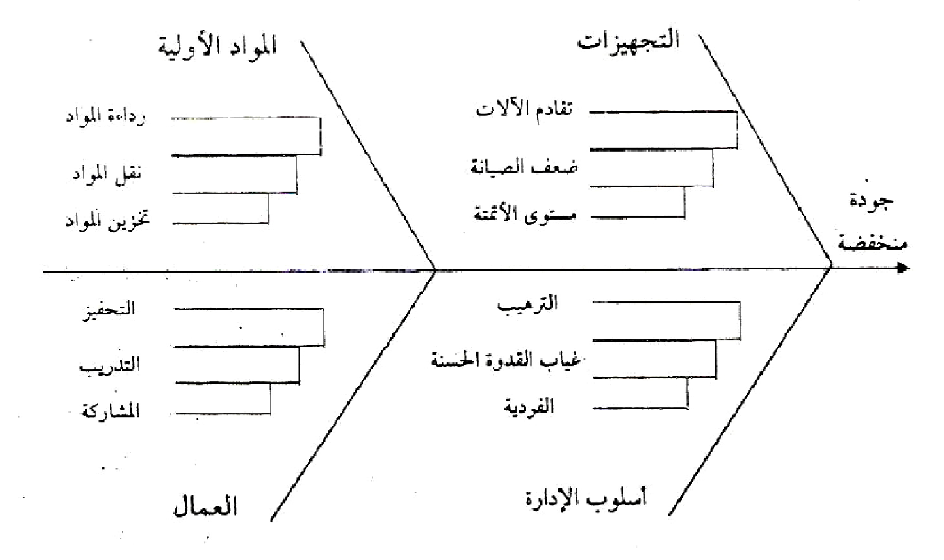
اسلوب تحليل الأثر والسبب (أو ما يسمى بالهيكل العظمي للسمكة) Fishbone Chart

أسلوب تحليل باريتو Pareto Analysis

اسلوب الرسم البياني.

خرائط المراقبة الإحصائية.

لوحة المراجعة.
قياس التشتت.
خرائط المراحل.
١٠.خرائط التخطيط.
وغيرها من الأدوات والأساليب الأخرى.
وإذا كان المجال لا يتسع لعرض تفصيلات كل من هذه الأساليب، إلا إننا نود التذكير بأن معظم هذه الأساليب معروفاً. وإن كان أسلوب خرائط المراقبة الإحصائية (وهو ما سنأتي على شرحه في فقرة قادمة من هذه الوحدة) هو الأقدم والأكثر انتشاراً عبر العقود الماضية، إلا أن أسلوب تحليل الأثر والسبب (أو الهيكل العظمي للسمكة)، الذي اقترحه اشيكاوا يطبق في معظم المنظمات الناجحة في العالم حتى تلك التي لا تستخدم حلقات الجودة.
هذا الأسلوب الحديث يعتمد على تحديد المشكلة بشكل دقيق، ثم تحديد الأسباب الرئيسية (مجموعة الأسباب) وكذلك الأسباب الفرعية لكل مجموعة، وبعدها يتم تحديد الأسباب الأكثر في خلق المشكلة (تستخدم في عملية التحديد هذه طريقة العصف الذهني) مع عدم إهمال الأسباب الأخرى.
والشكل التالي يوضح المخطط العام لهذا الأسلوب:
شكل رقم (٢)



الفحص والرقابة على الجودة

على الرغم من أن عملية الفحص Inspection تعد مرحلة هامة من مراحل الرقابة على الجودة، فإن الفحص هو الذي يتم بمقتضاه التأكد من مطابقة مواصفات المواد الأولية المشتراه للمواصفات المطلوبة، وهو بذلك نشاط تشترك فيه كلاُ من إدارة المواد وإدارة الإنتاج والعمليات هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن الفحص يتم بمقتضاه التأكد من مواصفات وخصائص المنتجات الجاهزة للمواصفات الموضوعة مسبقاً والمبنية على تفضيلات ورغبات الزبائن، وهو نشاط تشترك فيه كلاُ من، إدارة الإنتاج والعمليات وإدارة التسويق. وفي كلتا الحالتين فإن الفحص هو أحد المراحل الحاسمة في إطار نشاط الرقابة على الجودة.

والفحص (كما أشير سابقاً) يمن أن يكون شاملاً لجميع الوحدات وهو ما يسمى بأسلوب الحصر الشامل، أو يمكن أن يكون لعينة من المجتمع المدروس وبعدها تعمم النتائج. إن أسلوب الحصر الشامل هو الأفضل من حيث دقة النتائج لأنه لا يترك مجالاً لتسرب أي وحدة معيبة إلى المستهلك، لكن ما يؤخذ على هذا الأسلوب، الجهد والوقت والتكاليف الكبيرة.

أما أسلوب الفحص على أساس العينة فإن له مزايا تتمثل في اختصاره للجهد والوقت والتكلفة اللازمة لعملية الفحص، أما ما يؤخذ على هذا الأسلوب هو عدم الدقة في النتائج وذلك لأسباب متعددة من أهمها عدم تحديد العينة بشكل صحيح وبما يمثل المجتمع المدروس تمثيلاً موضوعياً.

وبناء على هذه المناقشة البسيطة لمفهوم وأساليب الفحص فإن الإدارة ستكون أمام خيارين.

الأول: القيام بعملية الفحص وتحمل تكاليف ذلك.

الثاني: عدم القيام بعملية الفحص وتحمل تكاليف الوحدات المعيبة سواء بإصلاحها، أو ببيعها بسعر أقل، أو وصولها كما هي إلى المستهلك على أنها وحدات جيدة. وما سيترتب على ذلك من تكاليف إضافية أخرى تتمثل في عزوف المستهلكين عن طلب هذه الوحدات مستقبلاً وشكواه إلى عدد كبير من المقربين له.

الطرق الإحصائية للرقابة على الجودة

يعد ولتر شورات Walter Showart أول من استخدم الطرق الإحصائية للرقابة على الجودة في مصانع للتلفونات في الولايات المتحدة الأمريكية، ومن ثم انتشر استخدام هذه الطرق في الرقابة على الجودة لمختلف أنواع النشاط والإنتاج.

إن مضمون المراقبة الإحصائية للجودة Controlling Statistical
يرتكز على فكرة أن منتجات آلة ما أو عامل ما من الصعب أن تكون متماثلة تماماً، فإنتاج الآلة أو العامل في اليوم الواحد أو حتى في الساعة الواحدة قد لا يكون متماثلاً تماماً، إذ لابد من وجود بعض الاختلافات في الجودة بين الوحدات.

وهذه الاختلافات تنشأ بسبب واحد من مجموعتي الأسباب التاليتين:

أولاً: أسباب عشوائية ترجع إلى الصدفة ولا يمكن التنبؤ بها تماماً والتحكم بها.

ثانياً: أسباب سببية، أي أن الاختلافات تنشأ نتيجة لأسباب معينة مثل الاختلاف في المواد، العمال، الآلات وعلاقتها بالزمن.

عزيزى الدارس، وفي كافة الأحوال وأياً كانت الأسباب، يتوجب على الإدارة تحديد أسباب هذه الانحرافات أو الاختلافات، والقيام بالسحب الدوري لعينات من الإنتاج واكتشاف أية انحرافات عن مستوى الجودة المحدد، وما إذا كانت هذه الانحرافات ضمن مدى القبول Acceptance Range أو مدى السماح لانحرافات الجودة.

إن طرق الرقابة الإحصائية على الجودة تقسم إلى مجموعتين أساسيتين، كما يوضح المخطط البسيط التالي:

إن طريقة عينة القبول يتم تطبيقها باختيار عينة من المنتجات أو المواد المراد فحصها، وعلى أساس نتيجة فحص العينة يتم قبول أو رفض كامل المجتمع المدروس.

أما طريقة رقابة العملية Process Control، فتطبق بفحص عينات من الإنتاج أثناء التشغيل الفعلي للعملية الإنتاجية، والحكم على درجة انضباط العملية الإنتاجية بناء على نتائج فحص العينة.

أما من حيث عملية القياس ذاتها فإن القياس بالمتغيرات

Measuring by Variables ؛ يتطلب القيام بعملية القياس الفعلي لأحد مواصفات المنتج (مثل الوزن،الطول) ثم مقارنة نتيجة القياس بالحدود المسموح بها للحكم على جودة المنتج، بينما أسلوب القياس بالخصائص (Measuring by Attributes) ؛ يقوم على تحديد خاصية هامة للمنتج وقابلة للقياس، فإذا تحققت هذه الخاصية في المنتج، اعتبر جيداً، وإذا لم تتحقق اعتبر المنتج رديئاً. وبصفة عامة يمكن القول بأن أسلوب القياس بالمتغيرات هو الأكثر

شيوعاً في ظل طريقة رقابة العملية، في حين أن القياس بالخصائص هو الأكثر استخداماً في ظل طريقة عينة القبول.

من أكثر الأساليب الإحصائية في الرقابة على الجودة، انتشاراً الأسلوبان التاليان:

أسلوب التوزيع التكراري.
خرائط المراقبة الإحصائية.

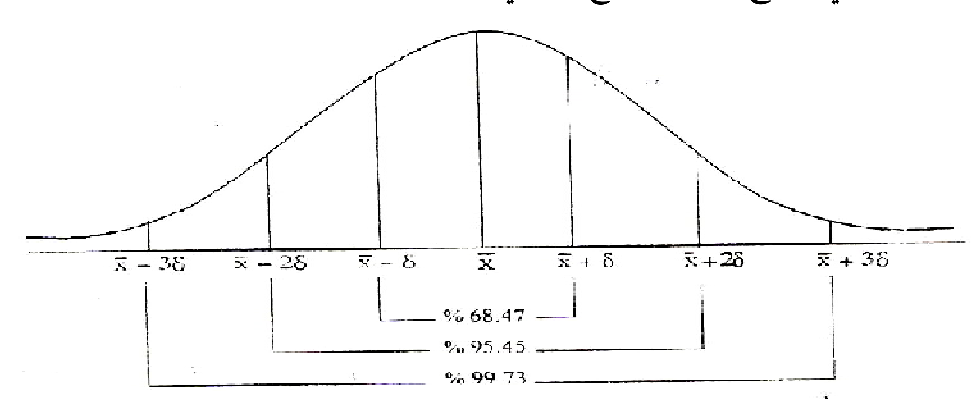
أسلوب التوزيع التكراري

في ظل هذا الأسلوب تتم مقارنة المنحنى الممثل لبيانات الظاهرة المدروسة مع منحنى التوزيع الطبيعي Normal Distribution،ومن خلال المقارنة يكتشف فيما إذا كانت الإنحرافات ناتجة من عامل الصدفة، أم ناتجة عن عوامل معينة أخرى.

يتحدد منحنى التوزيع بمعرفة كل من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري

شكل رقم (٣)

والشكل التالي يوضح منحنى التوزيع الطبيعي



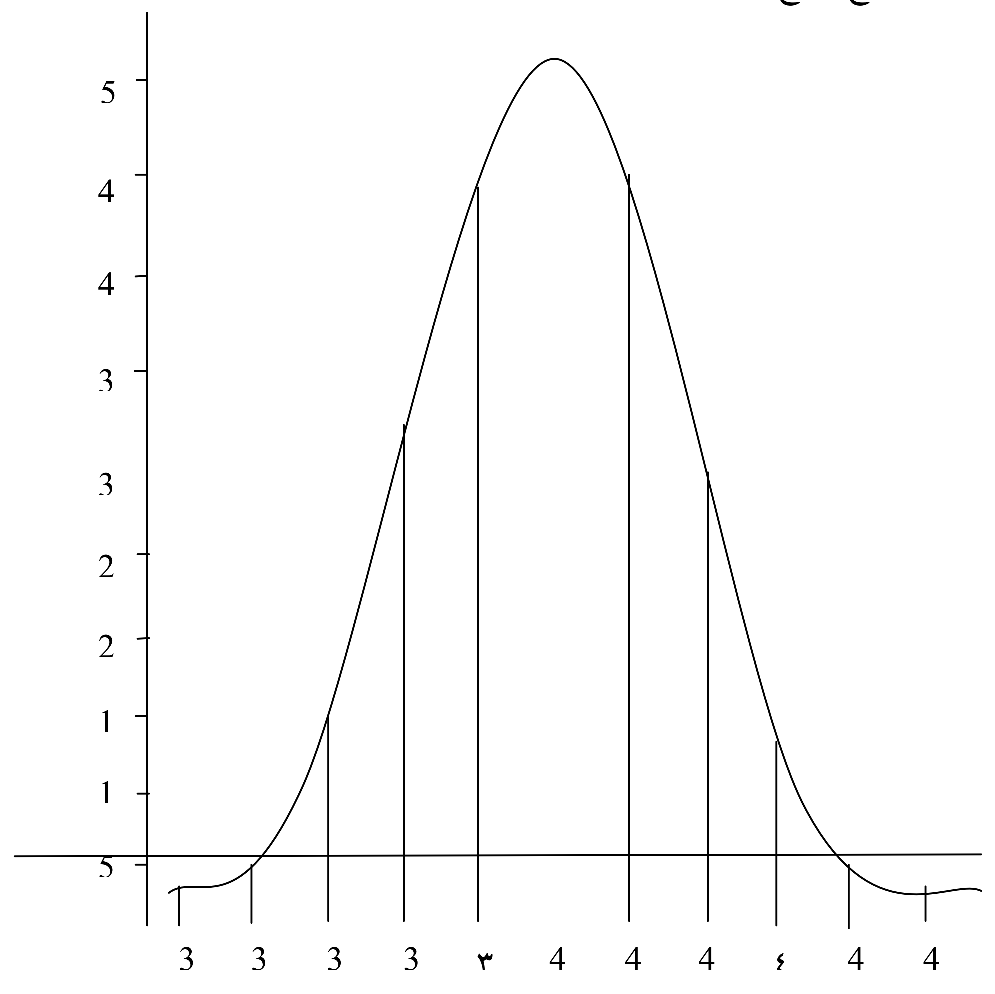
مثال (١): في أحد مصانع الألبان تم سحب (١٠٠) عبوة من مادة اللبن المنتجة في ساعة معينة في أحد الأيام، وذلك بهدف التأكد من وزن كل منها فكانت نتيجة فحص العينة كما يلي:

الوزن	٣٩٠	٣٩٢	٣٩٥	٣٩٧	٤٠٠	٤٠٣	٤٠٥	٤٠٨	٤١٠
التكرار	٢	٥	١٠	١٨	٥٠	١٠	٣	٢	٠

المطلوب بيان ما إذا كانت الاختلافات في الوزن تعود إلى الصدفة أو لوجود خلل

شكل رقم (٤)

منحنى توزيع مصنع الألبان كما بالجدول السابق



يتضح من الشكل أن العبوات التي تحقق الوزن المطلوب هي الأكبر، وهذا يعني أن الانحرافات عن الوزن المطلوب ناتجة من عامل الصدفة وليس لعوامل أخرى.

خرائط المراقبة الإحصائية

تستخدم خرائط المراقبة Control Charts لقياس جودة المنتجات خلال العمليات الإنتاجية إضافة إلى قياس جودة المنتج النهائي، حيث تتم مقارنة خصائص المنتوج مع المعايير والمقاييس

المعتمدة لتقدير الجودة، فإذا حصل تطابق فإن العمليات الإنتاجية والمنتج النهائي تحت ظروف السيطرة، أما إذا ابتعدت عنها فإن العمليات غير متحكم بها Out of Control، وفي هذه الحالة لابد من توقف الإنتاج وبذل الجهد لاكتشاف السبب وجعل العمليات تحت التحكم In Control.

من فوائد خرائط المراقبة المساعدة في اكتشاف التغير في العمليات الإنتاجية الذي يؤدي إلى إحداث العيوب في الإنتاج، مما يساعد المدراء والفنيين على تشخيص الانحراف بسرعة.

كما سبقت الإشارة فإن خرائط المراقبة الإحصائية نوعان:

خرائط المراقبة للخصائص Attributes

خرائط المراقبة للمتغيرات Variables

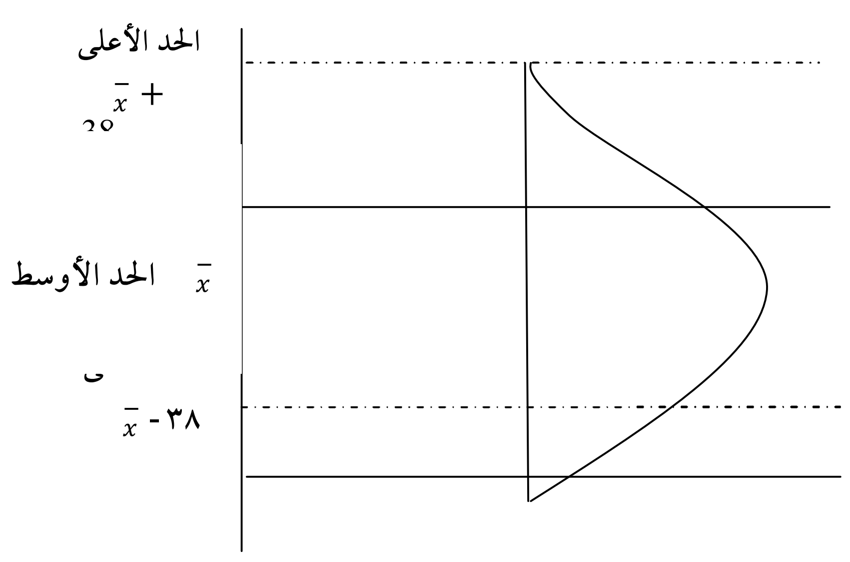
وقبل التعرض لأنواع الخرائط بالشرح والتفصيل، نود التعريف بعناصر خارطة المراقبة الإحصائية، فهي عبارة عن رسوم بيانية، يمثل المحور الأفقي Horizontal فيها أرقام العينات المراد فحص جودتها، بينما يمثل المحور العمودي Vertical العوامل المراد قياسها. وتضم كل خارطة ثلاثة خطوط أفقية موازية للمحور الأفقي: الخط الوسط ويسمى بالخط المركزي Central Line (C.L.) ويمثل المتوسط الحسابي أو القيمة المتوقعة. أما الخطان الآخران فهما: خط الحد الأدنى Lower Control Limit (L.C.L) والحد الأعلى Upper Control Limit (U.C.L.). إن هذين الحدين يحددان مساحة الجودة للمادة المفحوصة، حيث تبقى مقبولة ما بقي التغير ضمن هذه المساحة، ويتم تحديد هذه الخطوط الثلاثة بواسطة معادلات رياضية حسب نوع الخارطة، أما الحدان الأعلى والأدنى فغالباً ما يتم تحديدهما على أساس مجال الثقة وهي:

بدرجة ثقة (٩٩,٧٣٪) والعلاقة هي: المتوسط الحسابي ... وهكذا إن الإطار العام لخريطة المراقبة تجده.

(٣٨-) الحد الادنى (٣٨+ الحد الاعلى)

الشكل رقم (٥)

خريطة مراقبة المتغيرات



خرائط المراقبة للخصائص

عندما لا يمكن تمثيل سمات المنتج رقمياً فإنه يعبر عنها وصفياً، وتقاس جودتها بالمقارنة مع السمات المحددة لخصائص الجودة، يقوم أسلوب فحص الخصائص على أساس قبول المنتوج أو رفضه دون الخوض في تفاصيل الفحص.

توجد أنواع مختلفة من خرائط المراقبة للخصائص يمكن إجمالها بما يلي:

- خارطة نسبة المعيب (P – Chart).
- خارطة العدد المعيب (NP-Chart).
- خارطة عدد العيوب في الوحدة (C-Chart).

خارطة نسبة المعيب P-Chart

تعد من أكثر أنواع الخرائط استعمالاً، فهي تركز على النسبة المعيبة من الإنتاج، ويتم حساب هذه النسبة عن طريق قسمة عدد الوحدات التي لا تتمتع بخصائص الجودة المعيارية على مجموع الوحدات في المجتمع الإحصائي.

فإذا تم سحب عينة حجمها n واتضح أن عدد العيوب فيها r فإن نسبة المعيب p تحتسب العلاقة التالية:

وعند درجة ثقة (٩٩,٧٣٪) فإن حدود الخارطة تحتسب كما يلي:

الحد الأعلى ويحتسب من العلاقة

$$\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}\, U.C.L = P + 3$$

الحد المتوسط $C.L = P$

الحد الأدنى

$$\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}\, U.C.L = P - 3$$

مثال (٢):في أحد المصانع تم سحب عشرة عينات، وعدد مفردات كل عينة هو ١٠٠ مفردة، ونتيجة الفحص تبين أن عدد الوحدات المعيبة في كل عينة معطاة كما يلي:

رقم العينة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
عدد الوحدات المعيبة	٤	٦	١	٩	٣	٤	٣	٣	١٢	٥
نسبة المعيب	٠,٠٤	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠٩	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,١٢	٠,٠٥

والمطلوب رسم خارطة المراقبة P-Chart

الحل:

١. تحديد الخط المتوسط (C.L.) وهو يمثل P نسبة المعيب

$$p_1 = \frac{r}{n} = \frac{50}{10 \times 100} = 0.05$$

٢. ضمن مجال الثقة بدرجة (٩٩,٧٣٪) فإن:

الحد الأعلى يحتسب كما يلي = $U.C.L = 0.05 + 3\sqrt{\frac{0.05\,(0.95)}{100}}$

= 0.05 + 3 (0.0218) = 0.05 + 0.0654 = 0.1154

الحد الأدنى يحتسب كما يلي = $U.C.L = 0.05 - 3\sqrt{\frac{0.05\,(0.95)}{100}}$

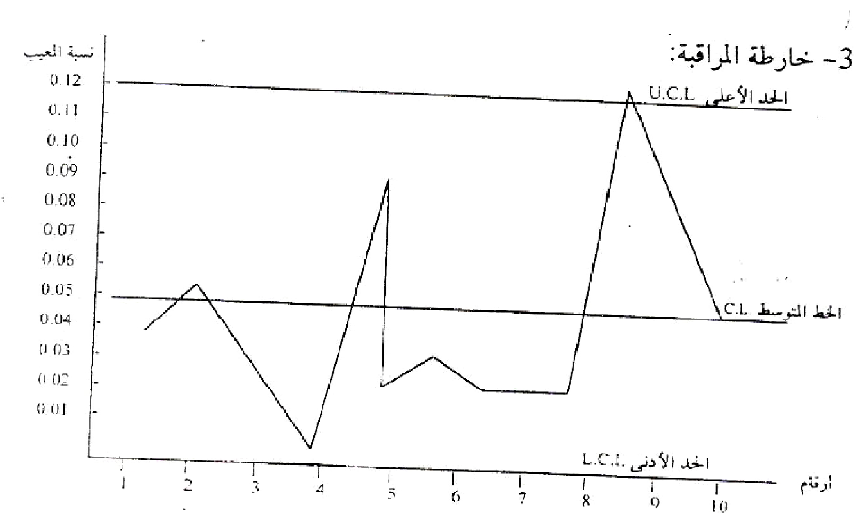
= 0.05- 3 (0.0218) = 0.05 - 0.0654 = 0.0154 = 0

قاعدة: في حالة وصول قيمة الحد الأدنى إلى السالب فإنها تقرب إلى الصفر، مع أنها في الواقع تشير إلى حالة إيجابية.

خارطة المراقبة

الشكل رقم (٦)

خارطة المراقبة



يلاحظ أن كافة العينات ضمن حدود السيطرة للجودة ما عدا العينة رقم ٩ مما يستوجب دراسة طبيعة الظروف المحيطة بها لمعرفة وتشخيص سبب الانحراف.

٢. خارطة عدد العيوب: NP-Chat

يتم استخدام هذا النوع من الخرائط في عملية فحص الجودة في حالة تساوي حجم العينات، واستخدام هذه الخارطة يقلل من تكاليف الفحص، وذلك لأن عملية الحساب يتم لعينة واحدة.

مثال (٣):

من المثال السابق لو افترضنا أن حجم العينة يساوي ٥٠ مفردة.

فإن عدد العيوب في العينة الواحدة NP يتم حسابه كما يلي:

$$NP = 50 \times 0.05 = 2.5$$

وبالتالي فالخط الوسط (C.L.) والحد الأدنى (L.C.L) والحد الأعلى (U.C.L) يتم حسابها كما يلي:

الخط الوسط .C.L

الخط الأدنى L.C.L

$$C.L. = NP = 2.5$$

الخط الأدنى L.C.L

$$\sqrt{NP(1-P)}L.C.L. = NP - 3$$

$$= 2.5 - 3\sqrt{2.5(1-0.025)}$$

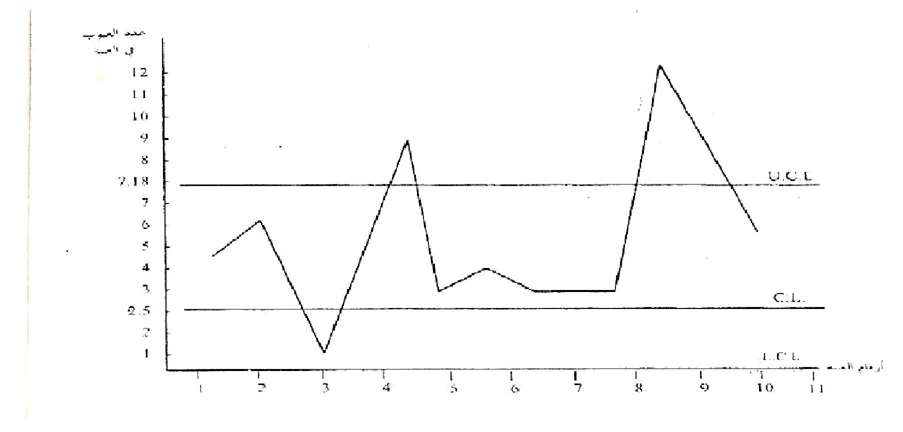
$$= 2.5 - 4(1.56) = -2.18 = 0$$

الحد الأعلى .U.C.L

$$\sqrt{NP(1-P)}L.C.L. = NP + 3$$

الشكل رقم (٧)

خارطه المراقبه



يلاحظ من الشكل رقم (٧) أن العينة رقم (٤) والعينة رقم ٠٩٩ لا يقعان ضمن حدود الجودة مما يستوجب المعالجة، كما يتبين أن خارجة NP – Chart هي حالة خاصة من P-Chart وتستخدم في الحالات التي تستوجب دقة أكبر في مراقبة معايير الجودة، ويلاحظ أن العدد المعيب يخضع لقانون ثنائي الحدين.

خارطة عدد العيوب في الوحدة C-Chart

تستخدم هذه الخارطة لمراقبة عدد العيوب المشاهدة في الوحدة المنتجة ويستخدم هذا النوع من الخرائط سواء في المنظمات الإنتاجية أو الخدمية، ومن بعض الأمثلة: المعادن، الأخشاب، الأشرطة السينمائية، عدد الشكاوي في فندق، وغيرها. فعندما يتم فحص عدد محدد من الوحدات في العينة الواحدة، وحصر عدد العيوب في العينة، يمكن أن نفترض بأن هذا العدد يتبع توزيع بواسون Poisson Distribution (حيث القيمة المتوقعة تساوي التباين في هذا التوزيع).

\لرسم C-Chart نأخذ (K) عينة ونحدد (n) وحدة في كل عينة تخضع للفحص، ونحسب عدد العيوب في كل وحدة وليكن (c)، ومن ثم نحسب العدد الوسطي للعيوب كما يلي:

القيمة المتوقعة أو التباين $= C\ \sum_{j=1}^{k}\frac{\overline{C_j}}{k} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{k}\frac{C_{ij}}{nk}$

وأن متوسط التوزيع هو (C) وأن الانحراف المعياري هو

ولأغراض رسم الخارطة نستخدم التقريب الطبيعي Normal Approxim لبواسون وتحدد حدود المراقبة كما يلي:

الخط المتوسط ويحتسب بواسطة العلاقة السابقة أي:

$$C\,.\,L = C = \sum_{j=1}^{k}\frac{\bar{C}_j}{K}$$

حيث تمثل عدد العيوب في العينات جميعها.

K تمثل عدد العينات

الحد الأدنى، ويحتسب كما يلي: $\sqrt{C}L.C.L = C - 3$

الحد الأعلى، ويحتسب كما يلي: $\sqrt{C}L.C.L = C + 3$

مثال (٤):

يتضمن الجدول الثاني بيانات لعشر عينات بأربع مشاهدات لكل منها:

جدول رقم (١)

رقم العينة	المشاهدات					R المدى	الانحرف المعياري
	١	٢	٣	٤			
١	٦	١٥	١٣	٦	١٠	٩	٤,٠٦
٢	١١	١٢	٧	١٢	١٠,٥	٥	٢,٠٦
٣	٩	١٤	٧	٨	٩,٥	٧	٤,٠٣
٤	٥	٩	١٠	١٠	٨,٥	٥	٢,٠٦
٥	١٤	١٣	١٦	١٤	١٤,٢٥	٣	١,٠٨٩
٦	٦	١٣	١٢	١٦	١١,٧٥	١٠	٣,٦٣١
٧	٩	١٨	٨	١٢	١١,٧٥	١٠	٣,٨٩٧
٨	١١	٨	١٣	٨	١٠	٥	٢,١٢١
٩	١٣	١٥	٩	٥	١٠,٥	١٠	٣,٨٤٠
١٠	٨	١٠	١٠	٩	٩,٢٥	٢	٢,٢٧٧
	المجموع				١٠٦	٦٦	٢٩,٠٦٥
	المتوسط الحسابي				١٠,٦	٦,٦	٢,٩٠٦٥

ولإنجاز رسم خارطة C-Chart يتوجب إيجاد قيم كلاً من:

الخط المتوسط C.L وذلك بحساب القيمة المتوقعة لكل مشاهد ثم المتوسط الحسابي للمشاهدات حيث تبلغ قيمة .C.L = 10.6

الحد الأعلى U.C.L

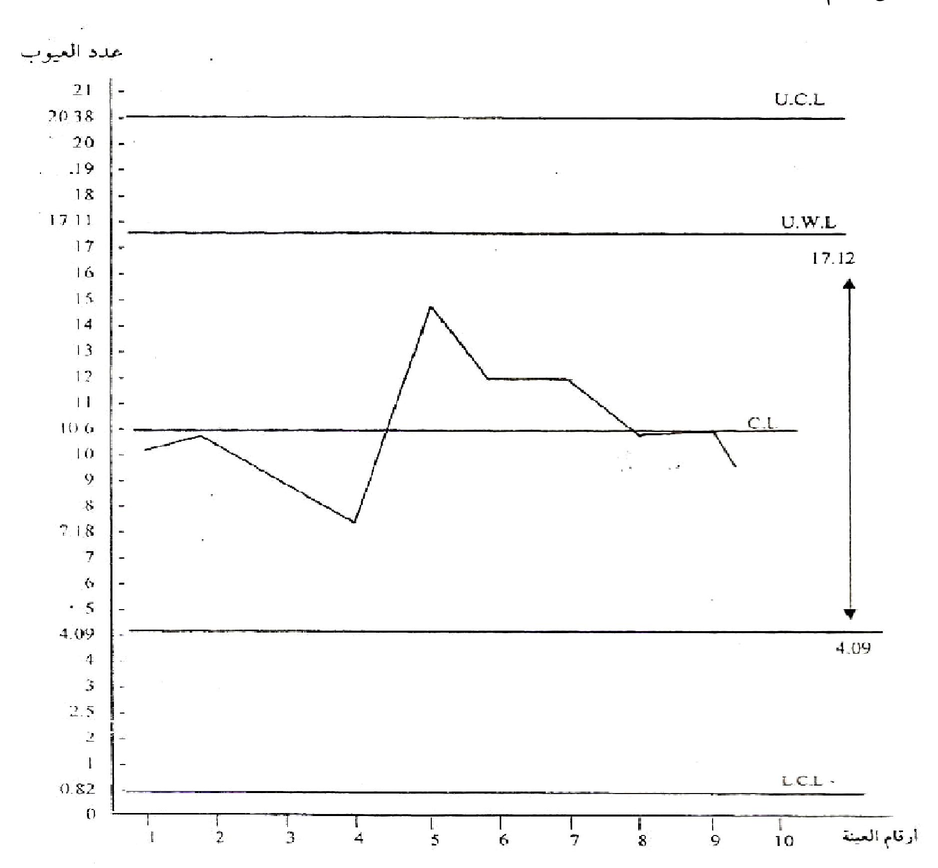
$$U.C.L = 10.6 + 3\sqrt{10.6} = 20.38$$

الحد الأدنى L.C.L

$$L.C.L = 10.6 - 3\sqrt{10.6} = 0.82$$

ويتم رسم الخارطة كما يلي:

الشكل رقم (٨) خارطه المراقبه



يلاحظ من الشكل أن جميع نتائج العينات ممثلة بوسطها الحسابي $(\bar{C})$ تقع ضمن الحدود المسموح بها. يستخدم بعض المحللين مستويين من الحدود العليا والدنيا في كل خارطة رقابية: الحد الأعلى الأول U.C.L يحدد بـ: $+3\delta$، بينما يحدد الحد الأعلى الثاني: $+2\delta$ U.W.L، بينما الحد الأدنى الأول L.C.L بـ -3δ ويحدد الحد الأدنى الثاني L.W.L -2δ ويسمى الحدان الإضافيان بالحدود التحذيرية Warning Limits. ويتم استخدام حدود التحذير بعد أن يتم رسم بعض النقاط خارج منطقة الحد الأعلى مما يستوجب البحث عن الأسباب وتحديدها فإن عملية التصحيح تتطلب تضييق الحدود وذلك باستخدام 2δ بدلاً من 3δ.

خرائط المراقبة للمتغيرات

فالمتغيرات كما أشرنا سابقاً هي تلك السمات والخصائص الفردية للمنتوج التي يمكن التعبير عنها كمياً مثل: الأبعاد، الوزن، الحجم، الوقت وغيرها من السمات التي يمكن قياسها بشكل مستمر، هذه الخرائط شائعة الاستعمال، حيث يقود استخدامها إلى إجراءات أكثر فاعلية وأكثر ثراء للمعلومات فيما يتعلق بالإنجاز أكثر من خرائط المراقبة للخصائص.

وهناك عدة أنواع من خرائط المراقبة للمتغيرات منها:

خارطة المتوسط الحسابي $\bar{x} - Chart$

خارطة المدى R-Chart.

خارطة الانحراف المعياري $\delta - Chart$.

خارطة التجميع التراكمي Cu – sum – Chart.

إن أكثر هذه الأنواع استخداماً هما $\bar{X}$ و R، إلا أن حجم العينة في خرائط $\bar{X}$ و R يكون ثابتاً، وفي حالة تغير حجم العينة لاختلاف عدد المشاهدات في كل عينة، فإن خرائط $\bar{X}$ و R لا يتم استخدامهما، لأن ذلك يؤدي إلى تغير قيمة C.L، من جهة أخرى تعتبر تكلفة جمع البيانات اللازمة لهذين النوعين كبيرة مقارنة بغيرها، وحجم العينة صغيرة، وأن الصعوبة في استخدام هذه الطريقة تكمن في القدرة على تحديد المتغير الأكثر قابلية على قياس الجودة من جميع المتغيرات المرشحة.

١. خارطة المدى R-Chart

تعتمد هذه الخارطة على مدى العينة Range ومدى العينة هو الفرق بين أكبر مفردة وبين أصغر مفردة في العينة أي:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

وبعد حساب المدى (R) يتم حساب الوسط الحسابي لمدى العينات أو ما نسميه المدى المتوسط للعينات $\bar{R}$ وذلك كما يلي:

أما عن حدود المراقبة على الخارطة فيتم حسابها كما يلي:

الخط المتوسط C.L $\bar{R}C.L. =$

الحد الأعلى U.C.L.R $\bar{R}U.C.L.R = D_4$

الحد الأدنى L.C.L.R $\bar{R}L.C.L.R = D_3$

حيث D_4 , D_3.

هي ثوابت حدود المراقبة ويتم أخذ قيمتها من جدول ثوابت حدود المراقبة، هذا الجزء الرئيسى.

مثال (٥):بالعودة إلى الجدول رقم (١) واستخدام بياناته فإن حدود المراقبة لخارطة المدى تحسب كما يلي: الخط المتوسط C.L $= 6.6\ \bar{R}C.L. =$

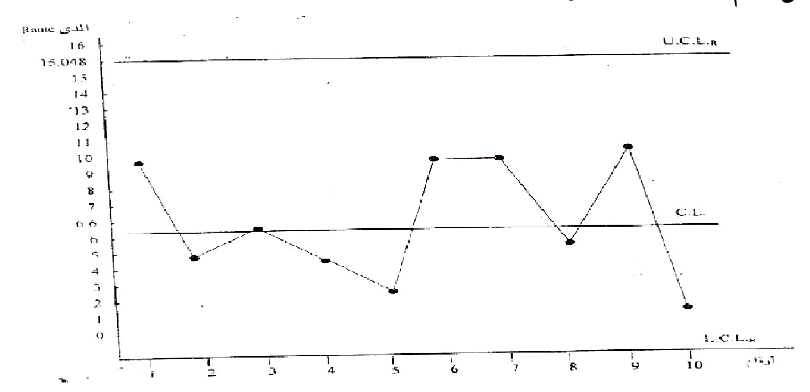
الحد الأعلى U.C.L.R $= 2.28\ (6.6) = 15.048\ RU.C.L_{R} = D_4$

١٥,٠٤٨

الحد الأدنى L.C.L.R

$٠,٠ = 0(6.6) = 0\bar{R}L.C.L_{R} = D_3$

شكل رقم (٩) خارطه المراقبه



يتضح من الشكل رقم (٩) إن مدى العينات تم رسمه بواسطة الخط البياني، ويلاحظ أنه يقع ضمن حدود المراقبة، مما يشير إلى أن العمليات هي ضمن مجال التحكم.

٢. خارطة المتوسط الحسابي $\bar{X}$:

إن رسم الخارطة $\bar{X}$ يتم عن طريق حساب الوسط الحسابي للعينة i

حيث n تشير إلى عدد مفردات العينة

ثم حساب المتوسط الحسابي العام للعينات $(\bar{\bar{x}})$

حيث K تشير إلى عدد العينات

وبذلك يتم حساب حدود المراقبة كما يأتي:

الخط المتوسط .C.L: $= C.L \bar{\bar{X}}$

الحد الأعلى .U.C.L $\bar{x}$ $U.C.L.\bar{x} = \bar{R} + A_2\bar{\bar{X}}$

الحد الأدنى $L.C.L\ \bar{x}$: $L.C.L.x = \bar{R} - A_2\bar{\bar{X}}$

٣. خارطة الانحراف المعياري $\delta - Chart$

تعتمد هذه الخارطة على الانحراف المعياري، ويتم تحديد حدود المراقبة لهذه الخارطة كما يأتي:

الخط المتوسط .C.L ويمثله الانحراف المعياري المتوسط للعينات جميعها، حيث يتم حساب الانحراف المعياري لكل عينة على حدة، ثم يتم حساب الانحراف المعياري المتوسط للعينات جميعها، وذلك **عن طريق جمع الانحرافات المعيارية للعينات ثم قسمة المجموع على عدد العينات (k) أي:**

الحد الأعلى $U.C.L.\delta$ ويحتسب بالعلاقة: $B_4 = U.C.L.\sigma\ \bar{\sigma}$

أما الحد الأدنى $L.C.L.\delta$ فيحتسب من العلاقة: $B_3 = L.C.L.\sigma\ \bar{\sigma}$ **حيث B_4 و B_3 هي ثوابت حدود المراقبة.**

مثال (٧)

بالعودة إلى الجدول رقم (١) واستخدام بياناته المتعلقة بمفردات أو مشاهدات العينة والمتوسط الحسابي لكل عينة، يتوجب القيام بحساب الانحراف المعياري لكل عينة على حدة، كما يوضح العمود الأخير من الجدول ذاته.

لرسم الخارطة يتوجب حساب حدود المراقبة كما يأتي:

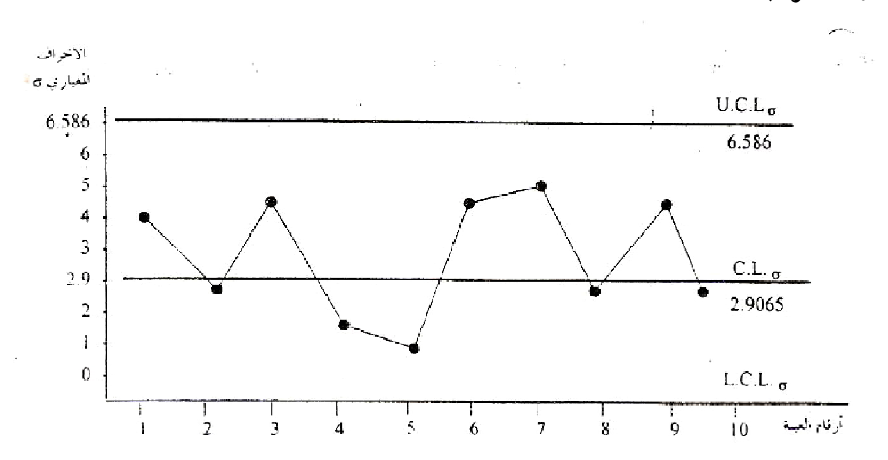
الخط المتوسط $= 2.9065\bar{\delta}C.L._{\delta} == C.L._{\delta}\,\bar{\delta}$

الحدالأعلى U.C.L: $U.C.L._{\delta} = 2.266(2.9065) = 6.586$

الحد الأدنى .L.C.L: $U.C.L._{\delta} = 0(2.9065) = 0$

الشكل رقم (١١)

خارطة المراقبة



يتضح من الشكل رقم (١١) أن جميع النقاط الممثلة للانحراف المعياري للعينات جميعها تقع ضمن حدود المراقبة، وهذا يعني مرة أخرى أن معدل العمليات هو تحت التحكم.

مثال شامل (٨)

تحتوي في أحد مصانع الأدوية تم سحب (٧)عينات بشكل دوري من أحد أصناف الدواء المنتجة، كل عينة على (٣) مفردات وذلك لمراقبة جودتها من حيث وزن المادة الفعالة في هذا الدواء.

وكانت نتائج الفحص على هذه العينات كما يلي:

رقم العينة	أوزان المادة الفعالة بالغرام		
	مفردة (١)	مفردة (٢)	مفردة (٣)
١	٣٠	٣٢	٣٤
٢	٢٩	٣١	٣٣
٣	٣٣	٣٤	٣٥
٤	٣٢	٢٨	٢٩
٥	٣٠	٣٥	٣٣
٦	٢٨	٣٤	٣٠
٧	٢٧	٣٦	٣٢

المطلوب:

إعداد خارطة مراقبة الجودة للمتوسط الحسابي والمدى.

إعداد خارجة مراقبة الجودة للإنحراف المعياري.

الحل:

يتوجب احتساب المتوسط الحسابي والمدى والانحراف المعياري لكل عينة من العينات السبعة.

رقم العينة	المتوسط الحسابي	المدى (R)	الانحراف المعياري
١	32	٤	١,٦٧
٢	٣١	٤	٢,٦٧
٣	٣٤	٢	٠,٦٧
٤	٢٩,٦٦	٤	٢,٨٩
٥	٣٢,٦٦	٥	٤,٢٣
٦	٣٠,٦٦	٦	٤,٤٦
٧	٣١,٦٦	٩	٥٦,١٣
المجموع	٢٢١,٦٥	٣٤	٣٠,١٥

المتوسط العام لمتوسطات العينات $\bar{X}$: $(\bar{\bar{X}}) = \frac{221.65}{7} = 31.66$

الحد المتوسط للعينات $\bar{R}$: $(\bar{R}) = \frac{34}{7} = 4.86$

الانحراف المعياري المتوسط : $\bar{\sigma}$ $(\bar{\sigma}) = \frac{30.15}{7} = 4.31$

خارطة المتوسط الحسابي : $\bar{X} - Chart$

الخط المتوسط للخريطة ويمثله المتوسط العام $\bar{\bar{X}}$ = ٣١,٦٦

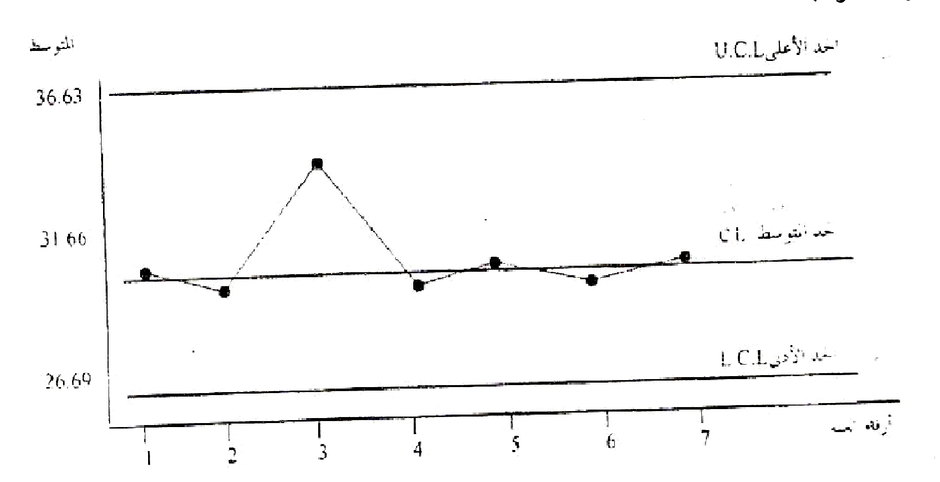
أما الحد الأعلى $U.C.L = 31.66 + (1.023 \times 4.86)$ = ٣٦,٦٣

أما الحد الأدنى $L.C.L = 31.66 + (1.023 \times 4.86)$ = ٢٦,٦٩

يمكن رسم خارطة المراقبة كما يلي:

الشكل رقم (١٢)

خارطه المراقبة



ولما كانت جميع متوسطات العينات تقع ضمن حدي المراقبة فإن هذا يعني أن الانحرافات الموجودة من المتوسط العام سببها عامل الصدفة.

خارطة مراقبة المدى R-Chart:

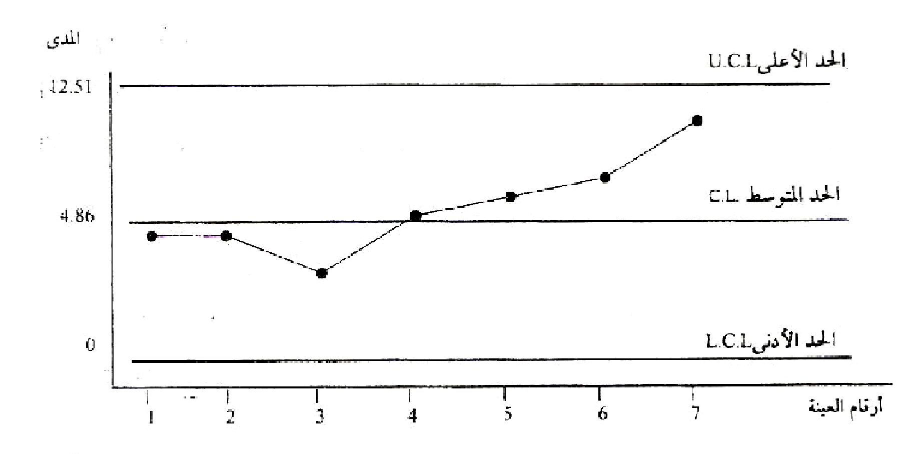
الخط المتوسط ويمثله المدى المتوسط العام ويساوي ٤,٨٦

الحد الأعلى $U.C.L = 2.575 \times 4.86$ = ١٢,٥١

الحد الأدنى = L.C.L = صفر × ٤,٨٦ = صفر

الشكل رقم (١٣)

خارطة المراقبة



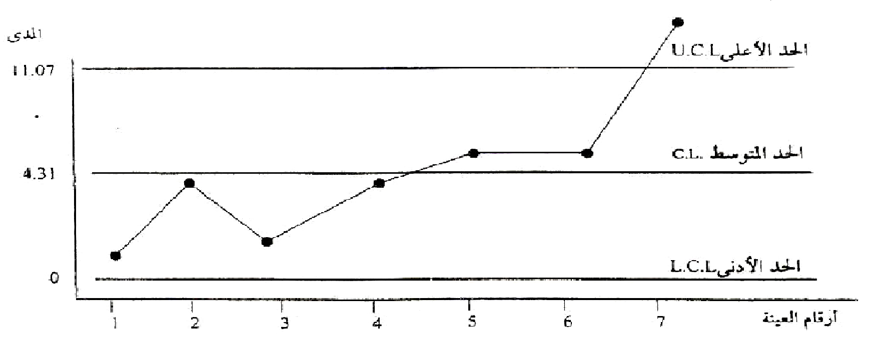
خارطة مراقبة الانحراف المعياري

الخط المتوسط ويمثله الانحراف المعياري المتوسط للعينات = ٤,٣١

الحد الأعلى U.C.L = ٢,٥٦٨ × ٤,٣١ = ١١,٠٧

الحد الأدنى L.C.L = صفر × ٤,٣١ = صفر

الشكل رقم (١٤) خارطه المراقبه



يلاحظ من خارطة مراقبة الانحراف المعياري أن هناك خروجاً عن حدود خارطة المراقبة في العينة رقم (٧)، وهذا يتطلب بحث أسباب هذا الانحراف ومعالجة وإزالة هذه الأسباب وإعادة الانحراف المعياري إلى منطقة السماح المحددة بالحدين الأعلى والأدنى.

جدول رقم (٣) ثوابت حدود خرائط المراقبة

مفردات العينة	A1	A2	B3	B4	D3	D4
٢	٣,٧٦٠	١,٨٨٠	٠	٣,٢٦٧	٠	٣,٢٦٧
٣	٢,٣٩٤	١,٠٢٣	٠	٢,٥٦٨	٠	٢,٥٧٥
٤	١,٨٨٠	٠,٧٢٩	٠	٢,٢٦٦	٠	٢,٢٨٢
٥	١,٥٩٦	٠,٥٧٧	٠	٢,٠٨٩	٠	٢,١١٥
٦	١,٤١٠	٠,٤٨٣	٠,٠٣٠	١,٩٧٠	٠	٢,٠٠٤
٧	١,٢٧٧	٠,٤١٩	٠,١١٨	١,٨٨٢	٠,٧٦	١,٩٢٤
٨	١,١٧٥	٠,٣٧٢	٠,١٨٥	١,٨١٥	٠,١٣٦	١,٨٦٤
٩	١,٠٩٤	٠,٣٣٧	٠,٢٣٩	١,٧٦١	٠,١٨٤	١,٨١٦
١٠	١,٠٢٨	٠,٣٠٨	٠,٢٨٤	١,٧١٦	٠,٢٢٣	١,٧٧٧

نظرية المنفعة Utility Theory

عزيزى الدارس، تواجه متخذ القرار حالات معينة يكون من الصعب استخدام القيم المالية المتوقعة كمعيار في المفاضلة بين البدائل، أي أن اختيار البديل الأفضل على أساس قيمته المالية المتوقعة أو العوائد المتوقعة منه قد تؤدي إلى نتائج غير مرغوبة. لأنها لا تأخذ بنظر الاعتبار عوامل أخرى مثل اتجاه متخذ القرار نحو المجازفة. ومن أمثلة هذه الحالات القرارات المتعلقة باختيار شركات التأمين، قرارات الاستثمار، الاشتراك في اليانصيب والمراهنات، في مثل هذه الحالات لا تعتبر القيمة المالية المتوقعة معياراً مقنعاً في تحديد البديل الأفضل لأنها تتجاهل اهتمام متخذ القرار بالعوائد العالية أو المنخفضة جداً واتجاهه نحو المجازفة أو التحفظ، لذلك يستخدم مفهوم المنفعة والمنفعة المتوقعة كأساس في تحديد البديل الأفضل.

تعرف المنفعة على أنها مقياس للقيمة الكلية والذي يعبر عن اتجاه متخذ القرار نحو مجموعة من العوامل مثل: الربح، الخسارة، والمخاطرة وعندما تحتوي عوائد أي قرار على نقاط غير اعتيادية من حيث ارتفاعها غير الاعتيادي أو انخفاضها بشكل غير اعتيادي لن يقتنع متخذ القرار بمعيار القيمة المالية المتوقعة كأساس في اختيار البديل الأفضل، في هذه الحالة يساهم معيار المنفعة في دعم متخذ القرار في تقييم البدائل واختيار البديل الأفضل.

ولتوضيح هذه الحالة نفترض المثال التالي لبيان كيف يمكن لمفهوم المنفعة أن يدعم متخذ القرار في اختيار البديل الأفضل.

مثال:

تخطط إحدى الشركات الصناعية إلى التوسع في طاقتها الإنتاجية من خلال إنشاء مصنع جديد، وتوفرت أمامها ثلاث بدائل، وترمز للبدائل بـ d_3 , d_2 , d_1 كالآتي:

إنشاء مصنع كبير الحجم $= d_1$

إنشاء مصنع متوسط الحجم $= d_2$

عدم إنشاء المصنع $= d_3$

وتشير المؤشرات المالية إلى أن إدارة الشركة تعطي اهتماماً واضحاً للسيولة مما يحدد رغبتها في الاستثمار إلا بحدود استثمار واحد، وكانت العوائد المتوقعة لكل بديل تعتمد على وضع السوق في السنة القادمة واحتمالات ارتفاع الأسعار أو انخفاضها والحالات المتوقعة للأسعار، ونرمز للحالات بـ S_3 , S_2 , S_1 كالآتي:

ارتفاع الأسعار $= S_1$

استقرار الأسعار $= S_2$

انخفاض الأسعار $= S_3$

ويتوقع أن تكون العوائد لكل بديل من بدائل القرار كالآتي:

D S	S_1	S_2	S_3
D_1	30000	20000	-50000
D_2	50000	-20000	-30000
D_3	0	0	0

وكانت حالات الأسعار تتحقق في ضوء الاحتمالات التالية:

$S_1 = 0.3 \quad S_2 = 0.5 \quad S_3 = 0.2$

نحاول الآن تحديد البديل الأفضل باستخدام القيمة المالية المتوقعةوكالآتي:

$$EMV(d_1) = 0.3\ (30000) + 0.5(20000) + 0.2(-50000) = 9000$$

$$EMV(d_2) = 0.3(50000) + 0.5\ (-20000) + 0.2(\ -30000) = -1000$$

$$EMV(d_3) = 0.3(0) + 0.5\ (0) + 0.2(0) = 0$$

إذن البديل الأفضل هو البديل الأول لأنه يحقق أعلى قيمة مالية متوقعة. ولكن هل هذا البديل يشكل لإدارة الشركة افضل البدائل؟ لنأخذ بنظر الاعتبار عوامل أخرى يهتم بها متخذ القرار، مثل ذلك احتمال انخفاض الأسعار وتحقق خسارة بقيمة (٥٠٠٠٠) دينار، وأن الوضع المالي للشركة ضعيف من حيث السيولة والذي اتضح من خلال عدم قدرتها إلا على الدخول في استثمار واحد. كما أن مدير الشركة يعتقد أن تحقق احتمال الخسارة سيؤدي إلى نهاية الشركة.
في ضوء هذه العوامل لن يوافق مدير الشركة على اعتماد البديل الأول (d_1) كبديل أفضل بل إنه سيفضل (d_2) أو (d_3) لأنه سيجنبه مخاطر الخسائر في (d_1) و (d_2). لحل هذه المعضلة في تحديد البديل الأفضل، نستخدم مفهوم المنفعة في تقييم البدائل لأنها ستأخذ بنظر الاعتبار جميع المخاطر المحيطة بكل عائد. وعند تحديد المنفعة المتوقعة لكل بديل بشكل دقيق سيكون البديل الأفضل هو الذي يحقق أعلى منفعة متوقعة.

وسيتم توضيح كيفية تطبيق مفهوم المنفعة في اختيار البديل الأفضل في الفقرة التالية.

تكوين مصفوفه المنافع

لتحديد المنفعة المتوقعة لكل عائد نفترض ما يلي:

إن منفعة أقل العوائد في مصفوفة العوائد $U(-50000) = 0$

إن منفعة أعلى العوائد في مصفوفة العوائد $U(50000) = 100$

لتحديد منافع العوائد الأخرى سيتم تحديدها في ضوء إجابة متخذ القرار لتحديد درجة تفضيله للمشاركة في مراهنة تتضمن ما يلي:

عائد بـ (٥٠٠٠٠) دينار واحتمال تحقق = P

عائد بـ (٥٠٠٠٠ -) دينار واحتمال تحقق = I-P

أو تحقق عائد مؤكد بقيمة معينة ضمن مصفوفة العوائد، مثال ذلك لو تم سؤال متخذ القرار عن البديل الأفضل ما بين المشاركة في المراهنة بالعوائد المذكورة أعلاه باحتمال (١) للعائد

(٥٠٠٠٠) ومبلغ مضمون بقيمة (٣٠٠٠٠) سيكون اختياره الدخول في المراهنة، ثم نستمر في الحوار معه لتحديدل البديل الأفضل لو انخفض الاحتمال إلى أقل من (١) هل سيبقى على اختياره السابق؟ فمثلاً لو أصبح الاحتمال (٠,٩٥) في هذه النقطة سيواجه متخذ القرار صعوبة في المفاضلة بين الدخول في المراهنة أو اختيار المبلغ المضمون عند هذه النقطة يمكن احتساب منفعة العائد (٣٠٠٠٠) كالآتي

$$U\ (30000) = PU(50000) + (I - P)U\ (-50000)$$
$$= 0.95\ (100) + (0.05)(0)$$
$$= 95$$

وبنفس الطريقة نحدد منافع العوائد الأخرى وتسمى الاحتمالات التي عندها يجد متخذ القرار صعوبة في المفاضلة بين الدخول إلى المراهنة أو الاستفادة من المبلغ المضمون بـ(احتمالات اللامبالاة).

ويمكن اظهار منافع مصفوفة العوائد واحتمالات اللا مبالاة كما في الجدول (٧-٨).

جدول رقم (٧-٨) احتمالات اللا مبالاة وقيم المنفعة

العوائد	احتمالات اللا مبالاة	قيمة المنفعة
٥٠٠٠٠	لا ينطبق	١٠٠
٣٠٠٠٠	٠,٩٥	٩٥
٢٠٠٠٠	٠,٩٠	٩٠
٠	٠,٧٥	٧٥
-٢٠٠٠٠	٠,٥٥	٥٥
-٣٠٠٠٠	٠,٤٠	٤٠
-٥٠٠٠٠	لا ينطبق	٠

كما نلاحظ في الجدول أعلاه أننا قمنا بترتيب مصفوفة العوائد تنازلياً، وأن أعلى قيمة وأدنى قيمة في المصفوفة لا ينطبق عليها احتمالات اللا مبالاة لأنها القيم التي تشكل المراهنة.

ويشكل الجدول أعلاه الخطوة الأولى في تحديد المنفعة المتوقعة لبدائل القرار، والخطوة الثانية تتمثل بتكوين مصفوفة المنافع باستبدال العوائد النقدية بقيم المنفعة المقابلة لها كما موضح في الجدول (٧-٩).

جدول رقم (٧-٩) مصفوفة المنافع

S_3	S_2	S_1	
٠	٩٠	٩٥	d_1
٤٠	٥٥	١٠٠	d_2
٧٥	٧٥	٧٥	d_3

أما الخطوة الثالثة فتتلخص باستخراج المنفعة المتوقعة (Expected Utility) والتي يتم استخراجها بموجب العلاقة التالية:

حيث إن:

المنفعة المتوقعة = EU

احتمال تحقق أي حالة من حالات الطبيعة = P

المنفعة المرتبطة بعوائد كل بديل من بدائل القرار = U

ويمكن توضيح كيفية تطبيق العلاقة السابقة على مصفوفة المنفعة لمثالنا كما يلي:

$$EU(d_1) = 0.3(95) + 0.5(90) + 0.2(0) = 73.5$$
$$EU(d_2) = 0.3(100) + 0.5(55) + 0.2(40) = 65.5$$
$$EU(d_3) = 0.3(75) + 0.5(75) + 0.2(75) = 75$$

وباستخدام معيار المنفعة يظهر أن البديل الثالث (d_3) هو البديل الأفضل أي عدم الدخول في أي استثمار. وهذا البديل ينسجم مع اهتمام إدارة الشركة في تجنب الدخول في مخاطرة وتحمل خسائر تؤثر بشكل كبير على مستقبل الشركة في السوق.

ويمكن تلخيص خطوات استخراج المنفعة المتوقعة كالتالي:

ترتيب قيم العوائد تنازلياً.

تحديد احتمالات اللا مبالاة مع مراعاة أن أفضل عائد وأسوأ عائد لا ينطبق عليه هذا التحديد.
تحديد قيم المنفة لكل عائد باستخدام مقياس مناسب يعطي أعلى منفعة لأفضل عائد وأقل منفعة لأسوأ عائد. ثم نستخدم احتمالات المراهنة والتي تفترض أن أفضل عائد يتحقق باحتمال = (p) وأسوأ عائد باحتمال = (1-p). لاستخراج قيم المنفعة للعوائد الأخرى نرمز لها بـ (m) بموجب العلاقة التالية:

Um = PU (أفضل عائد) + I – pu (أسوأ عائد)

تحويل مصفوفة العوائد إلى مصفوفة منافع.
استخدام مقياس المنفعة المتوقعة لتحديد البديل الأفضل والذي يحقق أعلى منفعة متوقعة.
تحديد اتجاه متخذ القرار نحو المجازفة والتحفظ
في المثال السابق، لاحظنا أن متخذ القرار قد اختار البديل الثالث كبديل أفضل بموجب معيار المنفعة المتوقعة. ويتمثل هذا البديل بعدم الدخول في أي استثمار وذلك تجنباً لمواجهة أي احتمال خسارة في البديل الأول والثاني. هذا الاختيار يعكس تحفظ متخذ القرار الذي يراعي موقف السيولة الضعيف للشركة. أي أن متخذ القرار يمكن أن يتحول إلى مجازف ويبحث عن بدائل تحتوي احتمالية أرباح عالية عندما تمتلك الشركة سيولة فائضة وسوقاً مستقراً في المستقبل.
ولتوضيح ذلك نفترض أن متخذ القرار يتجه نحو المجازفة وكانت احتمالات اللا مبالاة وقيم المنفعة للعواد كما في الجدول التالي :
جدول (٧-١٠) قيم المنفعة لمتخذ القرار في حالة المجازفة

العوائد	احتمالات اللا مبالاة	قيمة المنفعة
٥٠٠٠٠	لا ينطبق	١٠٠
٣٠٠٠٠	٠,٥٠	٥٠
٢٠٠٠٠	٠,٤٠	٤٠
٠	٠,٢٥	٢٥
-٢٠٠٠٠	٠,١٥	١٥
-٣٠٠٠٠	٠,١٠	١٠
-٥٠٠٠٠	لا ينطبق	٠

بموجب معطيات الجدول (٧-١٠) نقوم بتحويل مصفوفة العوائد إلى مصفوفة منافع كما موضحة في الجدول (٧-١١).

جدول (٧-١١) مصفوفة المنافع للشخص الثاني

	S_1	S_2	S_3
d_1	٥٠	٤٠	٠
d_2	١٠٠	١٥	١٠
d_3	٢٥	٢٥	٢٥

وبتطبيق معيار المنفعة المتوقعة نحصل على ما يلي:

$$EU(d_1) = 0.3(50) + 0.5(40) + 0.2(0) = 35$$

$$EU(d_2) = 0.3(100) + 0.5(15) + 0.2(10) = 39.5$$

$$EU(d_3) = 0.3(25) + 0.5(25) + 0.2(25) = 25$$

لنا ومن النتائج أعلاه يتضح أن البديل الأفضل هو البديل الثاني. وبالرجوع إلى مصفوفة العوائد سيتبين، أن هذا البديل يتضمن حالتين فيهما احتمال تحقيق خسارة وهي الحالة الثانية (استقرار السوق) باحتمال (٠,٥) (خسارة = ٢٠٠٠٠-) والحالة الثالثة (انخفاض الأسعار) باحتمال (٠,٢) وخسارة = ٣٠٠٠٠- إلا أن متخذ القرار بموجب معيار المنفعة المتوقعة اختار هذا البديل كبديل أفضل لأنه يتضمن احتمال تحقيق ربح مقداره (٥٠٠٠٠) دينار، وبما أنه مجازف فإن معيار المنفعة عبر عن هذا الاتجاه بشكل مقنع وكانت نتائج التقييم لصالح البديل الثاني.

ويمكن عرض النتائج باستخدام معيار القيمة المالية المتوقعة ومعيار المنفعة المتوقعة في حالة التحفظ والمجازفة.

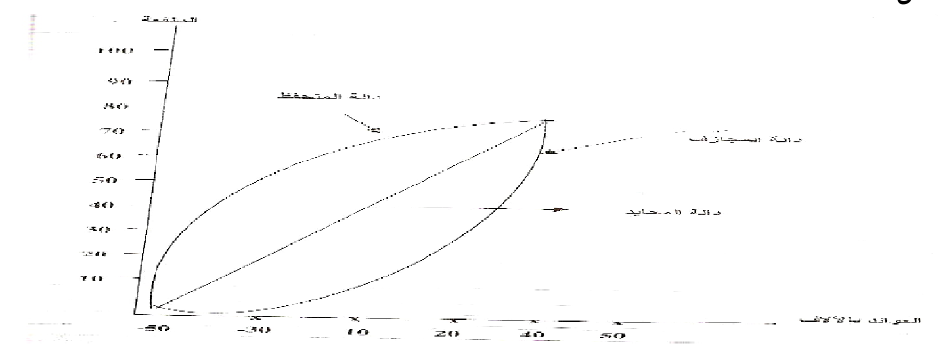
جدول رقم (٧-١٢) نتائج تقييم بدائل القرار

	معيار القيمة المالية المتوقعة	معيار المنفعة المتوقعة (متحفظ)	معيار المنفعة المتوقعة (مجازف)
d1	٩٠٠٠	٧٣,٥	٣٥
d2	-١٠٠٠	٦٥,٥	٣٩,٥
d3	٠	٧٥	٢٥

من خلال مقارنة النتائج أعلاه يمكن الاستدلال بشكل غير مباشر على اتجاه متخذ القرار نحو التحفظ والمجازفة، فنلاحظ أن متخذ القرار أختار البديل الثالث باستخدام المنفعة المتوقعة بالرغم من أن القيمة المالية المتوقعة لهذا البديل (٠) وذلك تعبيراً عن تحفظه وخشيته من الدخول في الخسارة استجابة لعوامل ضعف سيولة الشركة، كما أنه سيختار البديل الثاني باستخدام معيار المنفعة المتوقعة في حالة المجازفة بالرغم من أن هذا البديل قيمته المالية المتوقعة سالبة (١٠٠٠-) وذلك للتعبير عن اتجاهه نحو المجازفة، وذلك بعد اطمئنانه إلى أن سيولة الشركة جيدة و أن حالة السوق مستقرة في المستقبل.

وللتأكيد على هذه الاستنتاجات بشكل مباشر نقوم بدراسة دالة المنفعة لمتخذ القرار في حالة التحفظ والمجازفة كما في الشكل التالي :

الشكل (٧-٣).



من خلال الرسم يمكن ملاحظة شكل الداخل الخاص بكل اتجاه من اتجاهات متخذ القرار، كما يمكن الاستدلال على كل دالة من خلال المنفعة الحدية للعوائد النقدية. فمثلاً لو أخذنا مقطعين

متماثلين من حيث التزايد في القيمة النقدية وحاولنا ان مقدار التزايد في المنفعة الحدية سيتضح ما يلي:

ليكن المقطع النقدي يتزايد من (٣٠٠٠٠-) إلى (٠) إلى (٣٠٠٠٠) بالنسبة للشخص المتحفظ سيكون تزايد المنفعة الحدية ويساوي (٧٥ – ٤٠ = ٣٥) للمقطع (٣٠٠٠٠) – (٠) و (٩٥ – ٧٥ = ٢٠) للمقطع (٠ – ٣٠٠٠٠)، وهذا يوضح تناقص المنفعة الحدية لمتخذ القرار المتحفظ. وبنفس الطريقة سيتبين لنا تزايد المنفعة الحدية لمتخذ القرار المجازف، فتزايد المنفعة الحدية للمقطع (٣٠٠٠٠-٠) يساوي (٢٥-١٠=١٥) وللمقطع (٠-٣٠٠٠٠) (٥٠-٢٥=٢٥). وعندما لا يوجد تزايد أو تناقص في المنفعة الحدية للقيم النقدية في هذه الحالة ستعبر النتائج عن متخذ قرار محايد وتكون دالته في الرسم عبارة عن خط مستقيم يربط بين أقل عائد وأعلى عائد وستكون المنفعة الحدية لكل المقاطع النقدية تساوي (٠). في هذه الحالة سيطعي معيار القيمة المالية المتوقعة والمنفعة المتوقعة نفس البديل.

ويمكن تلخيص النتائج المشروحة أعلاه كما يلي:

القيمة النقدية	المنفعة الحدية	المنفعة الحدية
	متخذ القرار (متحفظ)	متخذ القرار (مجازف)
٣٠٠٠٠-٠	٧٥-٤٠=٣٥	٢٥-١٠=١٥
٣٠٠٠٠-٠	٩٥-٧٥=٢٠	٥٠-٢٥=٢٥

وهكذا يتضح لنا أنه في حالة مواجهة متخذ القرار مشاكل تتطلب أن يأخذ بنظر الاعتبار عوامل أخرى غير القيمة المالية المتوقعة مثل اتجاهه نحو المجازفة أو التحفظ، توقعاته نحو المستقبل، تأثير المنافسين على مستقبل المنظمة، استقرار السوق أو تذبذبه، في هذه الحالة سيكون المعيار المفضل الذي يعبر بشكل عام عن اتجاه متخذ القرار نحو المجازفة أو التحفظ معيار المنفعة المتوقعة.

الفصل التاسع

نظرية الاحتمال والتوزيعات الاحتمالية

نظرية الاحتمال

عزيزي الدارس، يتخذ القرار عادة في ضوء عملية اختيار لبديل من مجموعة من البدائل، وللقيام بعملية الاختيار فعلى المدير أن يضع معياراً واضحاً ومحدداً يرتبط بالهدف، على سبيل المثال: الأرباح، المبيعات، الحصة السوقية،... إلخ. فعلى أساس هذا المعيار يتم اختيار البديل بعد إجراء عملية المفاضلة.

وبعد وضع الهدف يستلزم القيام بعملية تقييم الفرص والتحقق من كل بديل من البدائل المعروضة أمام متخذ القرار. يقصد بالفرص الاحتمالات التي تلازم بدائل القرار، فاستخدام الاحتمالات يعد ضرورياً في الكثير من حالات إدارة الأعمال، وفي الحالات التي تظهر فيها فرصة يتم جمع معلومات إضافية عن أحداث القرار الممكنة، لذا فإن مفاهيم الاحتمال وقواعده تعتبر مفيدة لكثير من الحالات الإدارية. فقرارات الإنتاج والتسويق والقرارات المالية تصنع وتتخذ في غالب الأحيان في ظروف عدم التأكد أو المخاطرة، واعتماداً على ذلك فإن نظرية الاحتمال تستخدم لتقليل مستوى المخاطرة أو عدم التأكد التي ترافق اتخاذ أغلب القرارات الإدارية. والاعتماد على القروض أو على حقوق الملكية، والاستثمار في أسهم الشركة (A) أو الشركة (B)، والتعامل مع المصرف (Z) أو المصرف (G) كلها قرارات تتضمن مستوى معيناً من المخاطرة، وهكذا أمر يتطلب استخدام أحد الأساليب الكمية التي تعتمد على مبادئ وتقنيات علم الإحصاء. ويطلق على هذا الأسلوب نظرية الاحتمال Probability Theory.

يتمثل الهدف الأساسي لهذه الوحدة في التعريف بأهم المفاهيم والقواعد المرتبطة بنظرية الاحتمال وخاصة تلك التي تجد لها استخدامات واسعة في حقول إدارة الأعمال الإدارية والمالية والمحاسبية، كما يتمثل الهدف النهائي بمساعدة متخذ القرار لكي يتمكن من امتلاك نظرة واضحة للمشكلة التي يتعامل معها.

ولتحقيق هذا الهدف فقد تم ترتيب الوحدة بالمحاور الآتية :

تعريف الاحتمال Probability Definition

عندما يتم اتخاذ قرارٍ أو اختيار عينة في الحياة العملية فإن القائم في العملية سيواجه الكثير من العطاءات. وقبل تحديد احتمالية كل عطاء محتمل فعليه معرفة الكثير من المفاهيم.

أ- فضاء العينة Sample Space (SS)

يقصد بها مجموع العطاءات التي يمكن أن تنتج من الاختيار أو القرار، فعلى سبيل المثال، قد يختار مدير الرقابة على الجودة وحدة واحدة من المنتوج، فالوحدة يمكن أن تكون جيدة النوعية أو رديئة النوعية، لذا فإن فضاء العينة في هذه الحالة هي النواتج أو العطاءات (جيد أو رديء).

ب- التجربة Experiment (E)

يقصد بها العملية التي تولد العطاءات، فعملية الاختيار في مثال الجودة السابقة يقصد بها التجربة.

جـ- الأحداث الابتدائية Elementary Events (EE):

يقصد بها العطاءات المنفردة للتجربة، على سبيل المثال، جيد أو رديء.

مثال (١):

افترض بأن مدير الأفراد لوحدة صناعية يخطط للاستغناء عن ساعة التوقيت، تتمثل الأحداث الابتدائية في هذه الحالة، إذا افترضنا شخصاً واحداً، بالآتي:

e_1 = الفرد يصل مبكراً

e_2 = الفرد يصل متأخراً.

e_3 = الفرد يصل في الوقت المحدد.

لذا فإن فضاء العينة (SS) = (e1 , e2 , e3)

وإذا تم توسيع التجربة لتشمل فردين، فإن الأحداث الابتدائية ستصبح، الآتي:

e_1 = مبكر، مبكر.

e_2 = متأخر، متأخر.

e_3 = في الوقت المحدد، في الوقت المحدد.

e_4 = مبكر، متأخر.

e_5 = مبكر، في الوقت المحدد.

e_6 = متأخر، في الوقت المحدد.

e_7 = في الوقت المحدد، متأخر.

e_8 = متأخر، مبكر.

e_9 = في الوقت المحدد، مبكر.

لذا فإن فضاء العينة $(SS) = (e_1 , e_2 , e_3. e_4 , e_5 , e_6 , e_7 , e_8 , e_9)$

مثال (٢)"

يحاول مدير إدارة الجودة التأكد من جودة المنتوج، فإذا تم اختيار وحدة واحدة من المنتوج فإن الأحداث الابتدائية ستكون:

e_1 = جيدة النوعية.

e_2 = رديئة النوعية.

وأن الأحداث الابتدائية (e_1 , e_2) تشكل ما يعرف بفضاء العينة (SS) في هذا المثال. وإذا تم اختيار وحدتين من المنتوج فإن الأحداث الابتدائية ستكون كالآتي:

e_1 = جيدة النوعية، جيدة النوعية.

e_2 = رديئة النوعية، رديئة النوعية.

e_3 = رديئة النوعية، جيدة النوعية.

e_4 = جيدة النوعية، رديئة النوعية.

وأن فضاء العينة $(SS) = (e_1 , e_2 , e_3. e_4)$

د-تصنيف الأحداث:

١. الأحداث المتنافية عن بعضها البعض: أي الأحداث التي إذا ظهر أحدها فإنه يمنع حدوث الآخر من الظهور.

مثال:

إذا كان الحدث الأول e_1 = جيدة النوعية لوحدة الإنتاج.

فإنه e_2 = رديء النوعية للوحدة المنتجة.

لذا فإن الحدثين e_1 و e_2 تسمى بالأحداث المتنافية.

٢. الأحداث المستقلة: هي الأحداث التي لا يؤثر ظهور أحدها على ظهور الآخر.

افترض أن مدير الجودة في اليوم الأول فحص النوعية ووجد بأن الوحدتين من المنتوج رديئة النوعية e_1 و e_2 = رديئة النوعية، فإن أحداث اليوم الثاني قد لا تكون بالضرورة نفس أحداث اليوم الأول وإنما قد تكون e_1 و e_2 = جيدة النوعية أو غيرها فسبب كون المحاولتين مستقلة فإن الأحداث الناتجة عنها مستقلة عن بعضها البعض.

اعتماداً على ذلك يعرف الاحتمال بأنه فرصة ظهور حدث أو مجموعة أحداث والتي قد تؤثر على فرصة ظهور الأحداث الأخرى، أو تكون مستقلة عنها.

قواعد الاحتمالات Probability Rules

عزيزى الدارس، تزخر كتب الإحصاء بالعديد من القواعد الاحتمالية التي يستخدم قسماً منها في الحالات الخاصة بالتعامل مع مشاكل إدارة الأعمال، لذا فإن هذا المحور سيركز على تلك القواعد التي تعد شائعة الاستخدام في حقل إدارة الأعمال.

قاعدة (١):

إن مجموع احتمالات الأحداث التي تقع داخل فضاء عينة واحدة يساوي واحداً، أي أن احتمالية الحدث تكون أكبر من صفر وأقل من واحد صحيح.

كل حدث

مثال:

إذا كان لديك أحداث معتمدة e_1 و e_2 وإذا كانت احتمالية e_1, $p(e_1) = 30$ فإن احتمالية e_2, $p(e_2) = 0.70$

قاعدة (٢):

يكون مجموع الاحتمالات لكل الأحداث الابتدائية مساوياً لواحد صحيح، أي أن

عندما تكون قيمة K = عدد الأحداث الابتدائية في فضاء العينة.

ei = الحدث الابتدائي.

P = الاحتمال

مثال:

إذا رجعنا إلى مثال القاعدة (١) يمكن أن نلاحظ بأن

$$p(ei) = p(e_1) + p(e_2)$$
$$= 0.30 + 0.70$$

مع القاعدتين (١) و (٢) هنالك قاعدة احتمال الحدث المكمل Completely Event.
والحدث المكمل هو جمع للعطاءات التي لا يتضمنها الحدث الابتدائي e ويعبر عن الحدث المكمل بـ p(Ei). لذا فإن

$$p(Ei) = 1.0 - p(ei)$$

مثال:

إذا كانت احتمالات الأحداث الابتدائية $e_1 , e_2 , e_3 = 0.10 , 0.30 , 0.40$ على التوالي فإن احتمالية الحدث المكمل (Ei) تكون

$$p(Ei) = 1.0 - p(ei)$$
$$= 1.0 - (0.10 + 0.30 + 0.40)$$
$$= 1.20$$

قاعدة (٣): قاعدة الجمع

إذا تضمن الحدث الأساسي E الأحداث الابتدائية e_1 , e_2 فإن الحدث $p(e_1 \cup e_2)$ يساوي مجموع احتمالات الأحداث المكونة له، أي أن

$$p(e_1 \cup e_2) = p(e_1) + p(e_2) - p(e_1 \cap (e_2))$$

إذا كانت الحوادث منفعلة أو متنافية $p(e_1 \cup e_2) = p(e_1) + p(e_2)$

مثال

يحاول مدير الإنتاج تحديد الخط أو الخطوط الإنتاجية التي تسبب إنتاج وحدات رديئة (معيبة) من المنتوج، توفرت لدى مدير المعلومات الآتية:

خطوات الإنتاج	التكرار	التكرار النسبي
١	٢١٠٠	٠,٤٢
٢	١٥٠٠	٠,٣٠
٣	١٢٠٠	٠,٢٤
٤	٢٠٠	٠,٠٤
	٥٠٠٠	

فاحتمال أن تكون الوحدات الرديئة من الخطين ٢ و ٣ هي

$$p(E) = p(e_2) + p(e_3)$$
$$= 0.30 + 0.24$$
$$= 0.54$$

مثال ٢:

دخل أحد الزبائن سوقاً لشراء بعض السلع الغذائية، فإذا كان الاحتمال لشراء الخبز هو ٠,٦٠ والحليب ٠,٥٠ والخبز والحليب ٠,٣٠، فإن احتمالية شراء الخبز أو الحليب، أو الاثنين معاً (الخبز والحليب) ستكون:

$$p(B \cup M) = p(B) + P(M) - P(B \cap M)$$

عندما تكون B= الخبز، M = الحليب، P(B) = احتمالية شراء الخبز، P(M) احتمالية شراء الحليب و $p(B \cup M)$ = احتمالية شراء الخبز والحليب.

الحل:

$$p(B \cup M) = 0.60 + 0.50 - 0.30$$
$$= 0.80$$

فالعلامة في المعادلة أعلاه $(\cup)$ تدل على الجمع، هذا يعني بأن الاحتمالية تسمى بالاحتمالية المتصلة أو المرتبطة (Joint Probability) وفي هذا المثال تتمثل في احتمالية شراء الخبز والحليب.

قاعدة ٤: قاعدة الضرب

تستخدم هذه القاعدة لحساب احتمالية حدثين يظهران في نفس الوقت أو بالتعاقب، يشيع استخدام هذه القاعدة في الكثير من الحالات، على سبيل المثال، إدارة الأفراد، إدارة الإنتاج، الإدارة المالية.

تسمى الاحتمالية المستخدمة في هذه الحالة بالاحتمالية الشرطية. Conditional Prab فإذا ظهر حدثان E_1، E_2 في نفس الوقت فإن احتماليتهما الشرطين تكون:

$$P(E1 \therefore E2) = \frac{P(E_1 AND\ E_2)}{P(E_2)} = \frac{P(E_1 \cap E_2)}{P(E_2)}$$

أو

$$P(E1 \therefore E2) = \frac{P(E_2 and\ E_1)}{P(E_1)} =$$

وإذا كان الحدثان مستقلين عن بعضهما البعض، فإن احتماليتاهما الشرطين تصبح:

وإذا كان الحدثان مستقلين عن بعضهما البعض، فإن احتماليتاهما الشرطين تصبح:

$$P(E1 \therefore E2) = p(E_1)$$

وذلك لأن احتمالية $E_2, E_1 = P(E_1 \cap E_2) = P(E_2).P(E_1)$

فالاحتمالات $P(E_1 \therefore E_2)$ و $P(E_2 \therefore E_1)$ تسمى بالاحتمالات الشرطية، والاحتمال الشرطي يحسب كالآتي:

$$P(E_1 \cap E_2) = P(E_2)P(E_1 \therefore E_2)$$

أو

$$P(E_1 \cap E_2) = P(E_1)P(E_2 \therefore E_1)$$

مثال (١):

أنجزت إحدى شركات الطيران دراسة خاصة بعادات وصول مسافريها. تظهر البيانات الخاصة بالدراسة في الجدول الآتي: يحاول مدير الشركة معرفة تركيبة المسافرين علماً بأن عدد المسافرين الذين تم اختيارهم هو ٢٥٠٠.

الرحلة / السنة E4 الإناث (F) E5 الذكور (M) المجموع F و M

E_1 e_1 e_2

$$38 = \frac{950}{2500} 0.20 = \frac{500}{2500} = RM_{e4}^{500=M} 0.18 = \frac{450}{2500} = RF_{e3}^{450=f} \; \frac{1-2}{E2}$$

.0

$$44 = \frac{1100}{2500} 0.30 = \frac{800}{2500} = RM^{800=M} 0.12 = \frac{300}{2500} = RF^{300=f} \; \frac{10-3}{E3}$$

$$18 = \frac{450}{2500} 0.14 = \frac{350}{2500} = RM^{350=M} 0.04 = \frac{100}{2500} = RF^{100=f} \; \text{من الكثر} \; 10$$

$$1.0 = \frac{2500}{2500} 0.66 = \frac{1650}{2500} = \; 1650 \; 0.34 = \frac{850}{2500} = \; 850$$

.0

افترض أن المدير يريد تحديد احتمالية كون المسافرين المجموعة ٣ – ١٠/ رحلة/ السنة، وأن المسافر أنثى، **لذا فإن احتمالية ذلك تحسب على النحو الآتي:**

$$P(e3 \because E4) = \frac{300}{850} = 0.35$$

تتألف الاحتمالية الشرطية من الاحتمالية المتصلة الحدية Marginal Probability.

فإذا تم تطبيق القاعدة (١) فإن

$$P(e3 \because e4) = \frac{p(e3 \; and \; E4)}{P(E4)}$$

الاحتمالية الحدية

$$= \frac{0.12}{0.34} = 0.35$$

مثال (٢):

لزيادة المبيعات تدرس إحدى الشركات زيادة نفقات الإعلان عن طريق استخدام التلفزيون والراديو في نفس الوقت. من المتوقع أن استخدام التلفزيون سيزيد المبيعات باحتالية (٠,٢٠)، وأن استخدام الراديو سيزيد المبيعات باحتمالية
(٠,٣٠) واحتمالية استخدام الراديو والتلفزيون هي (٠,٤٠).

السؤال: ما احتمالية كون استخدام الراديو والتلفزيون سيزيد المبيعات؟

الحل:

إذا تم اعتبار التلفزيون E_1 الراديو E_2 فإن احتمالية استخدام الاثنين ستحدد كالآتي:

$$P(E_1 \cap E_2) = P(E_1)P(E_2 \because E_1)$$ (إذا كان الحدثان معتمدين)

$$= (0.20)(0.40)$$

$$= 008$$

أو أن $P(E_2 \because E_1) = p(E_2)P(E_1 \because E_2)$

$$= (0.30)(0.40)$$

$$= 0.12$$

إذا كان الحدثان مستقلين فإن الاحتمالية تصبح:

$$P(E_1 and\ E_2) = p(E_1)P(E_2)$$

$$= (0.30)(0.20)$$

$$= 0.06$$

فقاعدة الضرب لحثين E_1 و E_2 تكون

$$P(E_1 and\ E_2) = p(E_1)P(E_2 \because E_1)$$

أو

$$P(E_2 and\ E_1) = p(E_2)P(E_1 \because E_2)$$

وعند التعويض ينتج

$$= P(E_1)\ \frac{p(E_2\ and\ E_1)}{P(E_1)} = p(E_1\ and\ E_2$$

وتستخدم قاعدة الضرب لحدثين مستقلين على النحو الآتي:

$$P(E_1 and\ E_2) = p(E_1)P(E_2)$$
$$= 0.18 \times 0.12 = 0.02$$

استخدام قاعدة بيس Baye's Rule Application

عزيزى الدارس، تتضمن هذه القاعدة استخداماً لجميع قواعد الاحتمالات الشرطية والمتحدة (المتصلة) والاحتمالية الحدية وتستخدم بشكل كبير في حل مشاكل إدارة الأعمال سواء ما تعلق منها بالأفراد أو التسويق أو الإنتاج أو الأنشطة المالية. أدناه أمثلة على القرارات التي تستخدم فيها هذه القاعدة.

قرار تحديد مستوى المعارضة أو القبول لعملية تغير في المنطقة.

قرار المفاضلة بين واسطتين للنقل.

قرار تحديد وصول واسطة للنقل.

قرار الاستثمار بالأسهم والسندات على أساس العائد المتوقع.

قرار تحديد الخطوط الإنتاجية ذات النوعيات الجيدة أو الرديئة من الإنتاج.

قرار تحديد مبلغ الاستثمار لمشروعين صناعيين.

قرار توزيع التكاليف على مراكز الكلف في المنظمة.

قرار الدخول أو عدم الدخول في مناقضة.

قرار استحداث أو عدم استحداث فروع مصرفية في مناطق جغرافية.

وتتضمن الصيغة الإحصائية للقاعدة للتركيب الآتي:

إذا كانت Ai(1 = 1 , 2 , 3 , …… n) مجموعة من الأحداث المعتمدة والمتعارضة مع بعضها البعض.

وأن B أي حدث يسبق بالحدث Ai، وأن احتمالية الحدث A، P(Ai) والاحتمالية الشرطية للحدثين p(B/Ai) كانت معروفة، فإن احتمال بيس سيكون:

$$P(Ai \therefore B) = \frac{P(Ai)p(B \therefore Ai)}{\sum_{i=1}^{n} p(Ai)p(B \therefore Ai)}$$

ويمكن الحصول على قيمة احتمال بيس باستخدام الطريقتين الآتيتين:

الأولى- استخدام جداول التكرار والتكرار النسبي للأحداث.

الثانية- استخدام شجرة الاحتمال والتي تحدد عن طريق تحديد الآتي:

الاحتمال الحدي p(Ei)

الاحتمال الشرطي p(E1/E2)

من إحدى الطريقتين يمكن التوصل إلى قيمة الاحتمال بشكل محدد.

تدريب (١)

تنوي إحدى الشركات تغيير وقت بدء العمل فيها من ٨:٣٠ صباحاً إلى ٨:٠٠ صباحاً. قام قسم الأفراد بمسح لـ ١٢٠٠ من العمال في القسم الإداري وقسم الإنتاج، ووجد بأن ٣٧٠ عاملاً في قسم الإنتاج يوافقون على التغير، وأن ما مجموعه ٧١٥ عاملاً من جميع الأقسام المسوحة يوافقون على عملية التغير، لتقسيم موقف العاملين بشكل أدق، قرر المدير الفرعي التكلم مع العمال بشكل عشوائي.

ما احتمالية أن يكون العامل المختار بشكل عشوائي مع التغير؟

ما احتمالية أن يكون العامل المختار بشكل عشوائي من القسم الإداري وضد التغير؟

ج- ما العلاقة بين نوع العمل وموقف العامل المستقل؟ لماذا؟

الحل:

اولاً: يضم جدول التوزيع التكراري وكالآتي:

القسم	مع التغير	ضد التغير	المجموع
الانتاج	٣٧٠	٣٨٠	٧٥٠
الإداري	٣٤٥	١٠٥	٤٥٠
	٧١٥	٤٨٥	١٢٠٠

ثانياً: تحديد الاحتمالات:

احتمالية مع التغير P(Favour) = ٠,٥٦٩

احتمالية ضد التغير من القسم الإداري = p(Not Favur/ Office) = ٠,٠٨٧

لكي تتحقق الاستقلالية، يجب أن يتحقق الشرط الآتي:

احتمالية (مع التغير ومن القسم الإداري) – احتمالية (مع التغير) احتمالية (القسم الإداري) = ٠,٢٨٧٥ = (٠,٥٩٦٩) (٠,٤٣١) = ٠,٢٥٧٢

ولعدم تساوي قيمة الاحتمالين فإن مواقع الموقف ونوع العمل غير مستقلين وبنفس الطريقة تحسب الاحتمالات لكل الاقسام وفي جميع الحالات للوصول إلى نفس الاستنتاج.

تدريب (2)

تمتلك إحدى الشركات الصناعية ثلاثة مواقع صناعية (C , B , A) والتي تنتج فيها المواد الأولية لتعبيد الطرق. ينتج ٤٠٪ في الموقع A، ٥٠٪ في الموقع B، ١٠٪ في الموقع C، وبالرغم من اعتقاد الشركة بالنوعية الفائقة لمنتوجاتها لاحظ مدير الإنتاج بعض المنتوجات الرديئة في الآونة الأخيرة ويعتقد بأن السبب يعود إلى الجهزين.

تشير الأرقام التاريخية أن ١٥٪ من دفعة إنتاج الموقع A، ١٠٪ من دفعة إنتاج الموقع B و ٢٥٪ من دفعة إنتاج الوقع C كانت رديئة النوعية.

افترض أن دفعة إنتاج رديئة تم اكتشافها مؤخراً، فما الموقع الصناعي الأكثر احتمالاً أن يكون مصدر هذا الإنتاج الرديء ؟

الحل:

١. تحديد القيم الاحتمالية

احتمالية الموقع A = P(A) = ٠,٤٠ احتمالية إنتاج رديء من A = P(B/A) =٠,١٥

احتمالية الموقع B = P(B) =٠,٥٠ احتمالية إنتاج رديء من B = P(B/B) =٠,١٠

احتمالية الموقع C = P(C) = ٠,١٠ احتمالية إنتاج رديء من C = P(B/C) = ٠,٢٥

٢. استخدام قاعدة بيس على النحو الآتي

$$P(A \therefore B) = \frac{P(A)p(B \therefore A)}{p(B \therefore Ri)}$$

أي يراد تحديد

كون المنتج ردياً ومن الموقع A = احتمال الموقع A × احتمال رداءة المنتج ومن الموقعA

احتمال كون المنتج ردياً ومن كل المواقع

(٠,٤٠) (٠,١٥)

(٠,٢٥) (٠,١٠) + (٠,١٠) (٠,٥٠) + (٠,١٥) (٠,٤٠) = ٠,٤٤

ويتم تحديد الاحتمال للموقع B و C بنفس الطريقة وكالآتي:

P (B/B) = (0.50) (0.10)

0.16

(C/B) = 0.3125

P(c/b0 = 1.0 – { P(A/b) + P(B/b) }

= 1.0 – { (0.30) + 0.31}

= 0.31

٣. تصميم شجرة الاحتمال:

الاحتمال الحدي	الاحتمال الشرطي	الاحتمال الممتد
0.40 = P(A)	O.15 = P (B/A)	0.06 = P (A/B)
0.50 = P(B)	O.10 = P (B/B)	0.05 = P (B/B)
0.10 = P(C)	O.25 = P (B/C)	0.03 = P (C/B)
		0.14

٤. الاستنتاج: إن الموقع A هو الموقع الأكثر احتمالاً، وذلك لأن قيمة احتمالية وأكبر من قيمة احتمال الموقعين B و C، لذا فإن المواقع ترتب على النحو الآتي

الموقع	الاحتمال	لذا فإن الموقع A يحتاج إلى تغير في أنظمة الرقابة على الجودة.
A	٠,٣٧	
B	٠,٣١	
C	٠,٣١	

تدريب (٣)

يمتلك أحد المستثمرين محفظة أسهم تحتوي على ٨٠ سهماً تعود ٥٠ منها للقطاع الخاص و ٣٠ سهماً للقطاع المختلط، تصاعدت قيم ٣٠ سهماً من بين الـ ٥٠ سماً التي تعود إلى شركات القطاع الخاص في الأشهر القليلة الماضية، وتصاعدت أسعار ٢٠ سهماً من أسهم القطاع المختلط. إذ تم اختيار سهم واحد من المحفظة بشكل عشوائي.

فما احتمالية أن يكون السهم من أسهم شركات القطاع الخاص ولم تتزايد اأسعاره؟

الحل :تدريب (٣)

١. توزيع التكرارات المجتمعة:

الأسهم	زيادة في الأسعار	لا توجد زيادة في الأسعار	المجموع
القطاع الخاص	٣٠	٢٠	٥٠
القطاع المختلط	٢٠	١٠	٣٠
	٥٠	٣٠	

٢. توزيع التكرارات النسبية

الأسهم	زيادة في الأسعار	لا توجد زيادة في الأسعار	المجموع
القطاع الخاص	٠,٣٧٥	٠,٢٥٠	٠,٦٢٥
القطاع المختلط	٠,٢٥٠	٠,١٢٥	٠,٣٧٥
	٠,٦٣	٠,٣٧٥	١,٠٠

احتمالية (سهم من شركات القطاع الخاص لم تتزايد أسعاره) = ٠,٢٥

تدريب (٤)

تفكر إحدى شركات تصنيع البطاريات الجافة في تسويق منتج جديد. واستناداً إلى المعلومات المتوفرة في بحوث السوق فإن احتمالية بيع المنتج هي ٠,٨٠، إذا لم تعرض الشركات المنافسة نفس المنتج في السوق. على أي حال فإن احتمالية النجاح هي ٠,٤٠ حتى وإن تم تسويق نفس المنتج من الشركات المنافسة.

إذا افترضنا أن منتجات الشركة ناجحة دائماً، ما احتمالية أن تسوق الشركات المنافسة منتوجاتها؟

الحل:

تدريب (٤)

افترض أنّ

احتمالية أن تسوق الشركات المنافسة نفس المنتوج = P(F).

احتمالية أن لا تسوق الشركات المنافسة نفس المنتوج = P(F).

احتمالية أن تنجح الشركة في تسويق منتوجاتها = P(S).

تصميم شجرة الاحتمال:

الاحتمال الحدي	الاحتمال الشرطي	الاحتمال الممتد
0.40 = P(F)	احتمال النجاح مع التسويق المنافس 0.30=(P(S/F)	احتمال النجاح والتسويق المنافس 0.12P(F?S)
0.60 = P(F)	احتمال النجاح مع عدم تسويق المنافس 0.80= P(S/F)	احتمال النجاح وعدم التسويق المنافس 0.48=P(E?S)0.60

٢. تحديد الاحتمالات

احتمالية عدم تسويق المنافس مع النجاح P(F/S)= P(F)P(S/F)

$P(F).\ (S/F) + P(F).\ P(S/F) =$

$0.20 =$

احتمالية تسويق المنافس مع النجاح = P(F)P(S/F)

$P(F).\ (S/F) + P(F).\ P(F).\ P(S/F)$

$(0.60)\ (0.80) =$

$(0.60)\ (0.80) + (0.400\ (0.30)$

$0.80 =$

احتمالية النجاح في حالة التسويق وعدم التسويق = احتمالية النجاح في عملية التسويق المنافس + احتمالية النجاح في حالة عدم التسويق المنافس،

= ٠,٨٠ + ٠,٢٠

= ١,٠

تدريب (٥)

تمتلك إحدى المستشفيات سيارتين للإسعاف، تشير السجلات إلى أن السيارة الأولى تخصص للخدمة ٠,٦٠ من الوقت، وأن السيارة الثانية تخصص ٠,٤٠ من الوقت.

ما احتمالية عدم توفر إحدى السيارتين عندما تكون هنالك حاجة؟

ما احتمالية أن تتوفر على الأقل سيارة في حالة الحاجة؟

الحل: تدريب (٥)

افترض أن

الاثنين متوفرتان = SS = AA

الأولى متوفرة = A , B

الثانية متوفرة = B , A

الاثنين مشغولتان = BB

أ. احتمالية كون السيارتين مشغولتين = P(B, B)

= (٠,٤٠) (٠,٦٠)

= ٠,٢٤

ب. احتمالية توفر سيارة على الأقل = P(B, A)

= احتمالية عدم توفر السيارتين + احتمالية واحدة أو اثننتين متوفرتان

= ١,٠

احتمالية ١ أو أكثر متوفرة = ١,٠ – احتمالية عدم توفر السيارتين

= ١,٠ – ٠,٢٤ = ٠,٧٦

التوزيعات الاحتمالية Probability Distributions

أشرنا في القسم السابق إلى المدير يمكن أن يستخدم الاحتمالات كمفاهيم وقواعد للتعامل مع حالة عدم التأكد. فتحديد احتمالية ناتج لحدث أو فعل معين يتطلب تسجيل جميع النواتج المحكمة. لذا فإن استخدام الاحتمالات أمرُ جوهري لعملية صنع القرار. استناداً لما تقدم فإن عدم إمكانية تحقق حالة التأكد في عملية صنع القرار وشيوع حالة عدم التأكد والمخاطرة في عالم الأعمال واتخاذ القرارات يستلزم تطويع قواعد الاحتمالات لخدمة كفاءة القرار الإداري. يتمثل التطويع عادة بخلق حلقة وصل ما بين نظرية الاحتمالات ونظرية القرارات تسمى بالتوزيعات الاحتمالية.

وبشكل عام يمكن استخدام التوزيع الاحتمالي بدقة أعلى عند معرفة خصائص الحالة التي يراد استخدام التوزيع فيها. تتحول هذه المعرفة عادة إلى متغيرات متقطعة أو مستمرة تخضع لقواعد وإجراءات محددةً شكل التوزيع الذي يحكم انتشار التغيرات.

أولاً: العلاقة فيما بينها.

ثانياً: ففي الوقت الذي يتعامل التوزيع الاحتمالي المتقطع مع المتغيرات العشوائية وبنوعين من التوزيعات هما التوزيع ذو الحدين وتوزيعات بياسون.

فإن التوزيع المستمر والذي يصطلح عليه بالتوزيع الطبيعي يستخدم مع المتغيرات التي يمكن أن تأخذ أي قيمة. ويمكن توليد هذه القيم عن طريق عملية قياس/ قياس الوقت/ والوزن، والمسافة والحجم ومستويات الفائدة.

نظراً لكثرة استخدام التوزيعات الطبيعية لذاتها أو كتقريب للاحتمالات المتقطعة فسيتم التركيز عليها بشكل أساسي في هذا القسم. لذا فإن هدف الوحده يتمثل بوصف التوزيعات الاحتمالية أولاً، واستخدامها ثانياً، فيفترض بالطالب وبعد انتهائه من قراءة الوحدة أن يعرف ما هي التوزيعات الاحتمالية وكيف تستخدم في القرارات الإدارية.

فالتوزيعات الاحتمالية المستمرة تتمثل بمنحنى بميزتين هما:

تمثل المنطقة التي تقع داخله احتمالات يكون مجموعها مساوياً إلى ١٠٠٪.

إن مقدار الاحتمال الذي يتحدد لأي متغير يساوي المسافة بين نقطتين داخل منحنى التوزيع الطبيعي.

وبهدف الإلمام بالمواضيع التي تم اختيارها كممثلة للتوزيعات الاحتمالية لطالب العلوم الإدارية فسيتم تناولها على النحو الآتي.

التوزيعات الاحتمالية المتقطعة

Discrete Probability Distribution

يستخدم هذا النوع من التوزيعات مع المتغيرات العشوائية. فإذا أراد مدير الجودة في المنظمة على سبيل المثال أن يتفحص ثلاثة وحدات من منتوج معين، فإن فضاء العينة سيكون:

جيد، جيد، جيد

جيد، جيد، رديء

جيد، رديء، جيد

رديء، جيد، جيد

جيد، رديء، رديء

رديء، جيد ، رديء

رديء، رديء، جيد

رديء، رديء، رديء

فالمتغير العشوائي المتقطع هو ذلك المتغير الذي يمكن أن يأخذ أي قيمة متميزة. ففي المثال السابق، يمكن أن تكون قيمة المتغير ٠، ١، ٢، ٣

يمثل التوزيع الاحتمالي المتقطع توسيعاً لأسلوب التوزيعات التكرارية، فهو يمثل قائمة بجميع المتغيرات العشوائية والاحتمالات الملازمة لكل حدث. فجميع الاحتمالات يجب أن تكون غير سالبة ولا تتجاوز ١,٠.

إذا كانت x = عدد الوحدات المطلوبة/ اليوم فإن

عدد الوحدات المطلوبة/ اليوم	الاحتمال p(x)
٠	٠,١٠
١	٠,٤٠
٢	٠,٣٠
٣	٠,٢٠
–	١,٠

لاحظ بأن

وبالعودة إلى المثال يظهر E(X) و 6X على النحو الآتي:

X	P(X)	X.P(X)	$X\text{-}E(X)^2$	$X\text{-}E(X^2).\ P(X)$
٠	٠,١٠	٠,٠	٢,٥٦	٠,٢٥٦
١	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٣٦	٠,١٤٤
٢	٠,٣٠	٠,٦٠	٠,١٩	٠,٠٤٨
٣	٠,٢٠	٠,٦٠	١,٩٦	٠,٣٩٢
				٠,٨٤

هذا يعني أن العدد المتوقع للوحدات المطلوبة في اليوم هو ١,٦٠ مع انحراف معياري مساوي ٠,٩١٧.

في الغالب يأخذ التوزيع المتقطع شكلين هما:

التوزيع ذو الحدين Binomial Distribution يستخدم لأي تجربة تمتلك الخصائص الآتية:

هناك ناتجان فقط هما: النجاح والفشل.

يمكن استخدام محاولات متشابهة.

يكون ناتج المحاولة الواحدة مستقلاً عن نواتج المحاولات الأخرى.

تكون احتمالية النجاح (p) نفسها لكل المحاولات، كما أن q-(1.p) احتمالية الفشل يجب أن تكون ثابتة لكل المحاولات.

غالباً ما يكون متخذ القرار باحثاً عن عدد النجاحات التي يمكن مشاهدتها في المحاولات المجربة. وبسبب تقيد التوزيع بخصائص وقيود محددة فقط طورت معادلة عامة لحساب التوزيع ذي الحدين.

باستخدام قيم متميزة لعدد المحاولات واحتمالات النجاح P، فإن كل التوزيعات الاحتمالية ذات الحدين لها نفس التوزيع الاحتمالي. لذا فلا حاجة لاستخدام المعادلة لكل محاولة.

حيث يمكن الحصول على الاحتمال من الجدول (١) الخاص بهذا التوزيع. ويمكن اتباع الخطوات الآتية لاستخدام الجدول.

أولاً: حدد حجم العينة في الجدول.

ثانياً: حدد الصف الملازم لقيمة (P) احتمالية النجاح، فعلى سبيل المثال، احتمالية (٨) فرص نجاح في عينة تساوي (٢٠) في حالة كون P= 0.45 هي:

$$P(8) = 0.1623$$

ويمكن ايجاد متوسط التوزيع وانحرافه المعياري على النحو الأتي:

$$E(X) = Mx = n.p$$

$$6x = \sqrt{n.p.q}$$

لذا فإن توزيعاً ذا حدين بـ n = 100 و p = 0.50 فإن Mx و 6x تصبح

$$Mx = (100)\ (0.50) = 25$$

عادة ما يأخذ التوزيع ذو الحديث شكلين هما:

الواسع المنظم Symmetrical وذلك عندما تكون قيمة احتمالية النجاح (p) مساوية لقيمة احتمالية الفشل (1-p = q) وبقيمة ٠,٥٠ يظهر ذلك عندما يكون حجم العينة كبير.

الضيق المزدحم Skewed عندما تكون قيمة (p) غير مساوية لـ(٠,٥٠).

توزيع بياسون

poisson Probability Distribution

يستخدم هذا التوزيع عند عدم إمكانية حساب عدد حالات الفشل أو عدم الظهور للحدث. فعلى سبيل المثال، يمكن حساب عدد المكالمات الهاتفية القادمة إلى بدالة مستشفى، ولكن لا يمكن حساب عدد المكالمات التي تم محاولتها ولم تتحقق. ويعتمد هذا النوع من التوزيع على معدل أو متوسط عدد حالات الظهور لوحدة الزمن الدقيقة، الساعة، اليوم، الشهر ... إلخ ويعبر عن المعدل بـ (y).

مثال:

افترض أن عدد المكالمات القادمة إلى بدالة شركة تبلغ (١٥) مكالمة في الساعة، إذا تم حساب عدد المكالمات في ٢ ساعة فإن:

المعدل = ٢(١٥) = ٣٠ مكالمة

أو إذا أردنا حساب عدد المكالمات في ٣/ ١ ساعة فإن

المعدل = (٣/ ١)١٥ = ٥

يوضح المثال أن المعدل يمكن أن يعدل حسب المطلوب وبأي طريقة كانت.

تتمثل دالة كثافة هذا التوزيع بالمعادلة الآتية:

$$p(x) = \frac{(yt)^x e^{-yt}}{xi} \qquad x = (0\,,1\,,2\,,....)$$

من المثال أعلاه

y = ١٥ مكالمة

yt = ٢٠ = ١ /٣ الساعة

٦٠

yt = ١٥ (١ /٣) = ٥ مكالمة

لذا فإن احتمالية ٣ مكالمات في (x = ٣) ساعة أو (٢٠) دقيقة هي

e = 2.71858

$$p(x = 3) = \frac{5.3(e-5)}{31} = \frac{125(e-5)}{3.2.1}$$

= 0.1404

يتضمن الجدول (٢) في نهاية الكتاب الاحتمالات لقيم مختلفة من (yt) و (x).

يحسب الجدول والتباين لهذا التوزيع كالآتي:

Mx = yt

المعدل = التباين

$6x^2 = yt$

ويحسب الانحدار كالتالي:

$$6x = \sqrt{yt}$$

من المثال أعلاه فإن:

$$Mx = yt = 15\left(\frac{1}{3}\right) = 5$$

$$Gx = \sqrt{5} = 2.236$$

$$6x^2 = 5$$

مثال:

افترض أن مدير إحدى شركات النقل قام بدراسة وقت وصول الشاحنات بين ١١:٠٠ صباحاً و ١٢:٠٠ ظهراً، وجد أن معدل عدد حالات الوصول هو ٣,٥

ما احتمالية وصول (٨) شاحنات أو أقل؟

باستخدام الجدول (٢) في نهاية الكتاب فإنه:

احتمالية (٨) شاحنات أو أقل = احتمالية (٠) + احتمالية (١) + احتمالية (٢)+...

+ احتمالية (٨)

= ٠,٠٣٢ + ٠,١٥٠٧ +... + ٠,٠١٦٩

= ٠,٩٩٠٢

التوزيعات الاحتمالية المستمرة

Continuous Probability Distribution

عزيزي الدارس، أشرنا في بداية الفصل إلى أن التوزيعات الاحتمالية المستمرة ممثلة بالتوزيع الاحتمالي الطبيعي Normal Probability Distribution تستخدم للمتغيرات التي تعطي قيماً متميزة ويمكن قياسها كالوزن والطول والمسافة والعمر ... إلخ. يتميز هذا النوع من التوزيع بالخصائص الآتية:

يمثل بمنحنى بقيمة في الوسط تسمى المعدل.

توزيع نظامي بمتوسط وبمدى ومنوال متساوية.

لا تلتقي أطراف المنحنى اليسرى واليمنى مع المحور الأفقي.

يعرف التوزيع بدالة تسمى دالة z تكون نفسها أنواعاً لكل التوزيع، وقد تختلف بالموقع والانتشار.

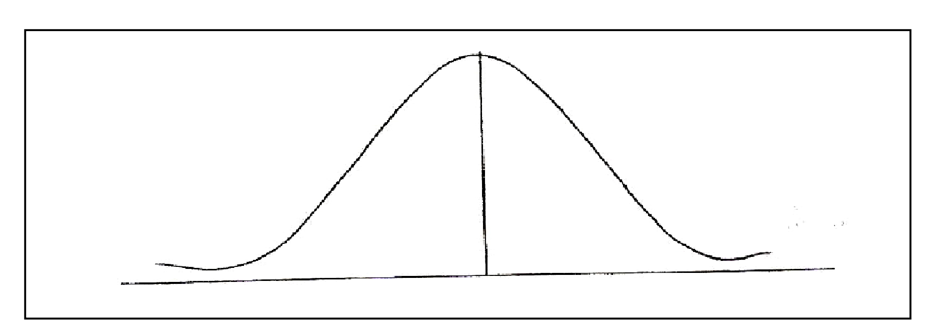
يقاس الموقع بـ (Mx) ويقاس الانتشار بالانحراف المعياري (6x).

اعتماداً على ذلك فإن التوزيع يظهر كما في الشكل (١)

التوزيع الطبيعي

شكل (١)

منحنى التوزيع الطبيعي



ولما كانت التوزيعات الطبيعية بنفس الكثافة وبمواقع وانتشار مختلفة فيمكن تعديل أي توزيع للحصول على التوزيع الطبيعي المعياري، وذلك بتغيير الانحراف والمتوسط. وتسمى قيم التوزيع الطبيعي المعياري بالأرقام المعيارية.

ولحساب قيمة z تستخدم المعادلة الآتية:

القيمة – المعدل = z = X-Mx

الانحراف المعياري 6x

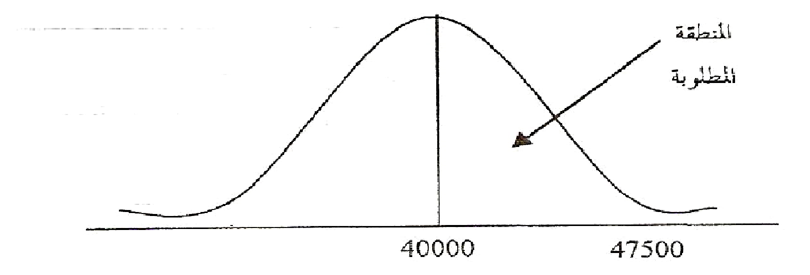
تمثل قيمة z عدد الانحرافات المعيارية 6x من المعدل Mx، ويمكن الحصول على قيم z من جدول التوزيع الطبيعي (٣) في نهاية الكتاب.

مثال:

افترض أن العمر الاقتصادي لإطار السيارة الشخصية يمكن أن يوصف بتوزيع طبيعي وبمعدل (٤٠٠٠٠)كم، وانحراف معياري (١٠٠٠٠)كم.

ما احتمالية أن يكون العمر الاقتصادي لإطار مختار بين (٤٠٠٠٠)كم – (٤٧٥٠٠)كم.

يتمثل التقريب في هذه الحالة بالمساحة التي تقع داخل المنحنى بين النقطتين



لتحويل المعيار يمكن عمل الآتي:

$$p(40000) < x < 47500$$

$$z = \frac{x - Mx}{6x} = \frac{475000 - 40000}{10000}$$

$$= 0.75$$

إذ احتمالية z = ٠,٧٥ وباستخدام الجدول (٣) فإن ٠,٢٧٣٤ = ٠,٧٥ =z

لذا فإن ٠,٢٧٣٤ = $p(40000) < X < 47500$

$$p(32500) < X < (40000)$$

= ٠,٢٧٣٤

$$Z = 35500 - 40000 = 0.75$$
$$10000$$

$$P(Z= 0.75) = 0.2734$$

كما أن احتمالية أن يبقى الإطار المختار على الأقل (٥٥٠٠٠) كم هي:

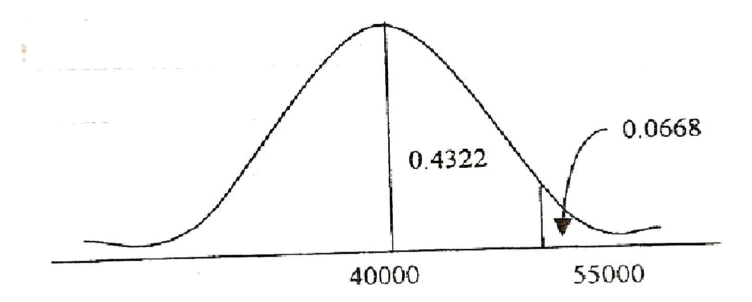
$$P(X \geq 55000)$$

$$Z = \frac{55000 - 40000}{10000} = 1.5$$

من الجدول (٣) P(Z = 1.5) 0.4332

ولما كانت المساحة الكلية تحت المنحنى وللجانب الأيمن مساوية ٠,٥٠ لذا فإن المساحة المطلوبة هي:

٠,٥٠ – ٠,٤٣٣٢ = ٠,٠٦٦٨



كما أن احتمالية بقاء الإطار بين (٤٥٠٠٠ – ٣٧٥٠٠) كم هي

$$P(3700 < X < 45000) =$$

$$= P(37500 \leq X \leq 40000 + P(40000 \leq X \leq 45000)$$

تقسم المساحة إلى منطقتين A_1 و A_2 وذلك لأن جدول التوزيع الطبيعي يعطي احتمالات لمدىٍ تتضمن المعدل كنقطة نهائية:

لذا تصبح الحالة كالآتي:

$$P(37500 \leq X \leq 40000) = A_1$$

$$P(40000 \leq X \leq 45000) = A_2$$

وإن

$$P(37500 \leq X \leq 45000) = A_1 + A_2$$

$$Z = \frac{45000-40000}{10000} = 0.50$$

وباستخدام دالة التوزيع الطبيعي يمكن الحصول على الآتي:

$$Z = \frac{37500-40000}{10000} = 0.25$$

لذا فإن $P(Z = 0.50) = 0.1915 = A_1$

كذلك $P(Z = 0.25) = 0.0987 = A_2$

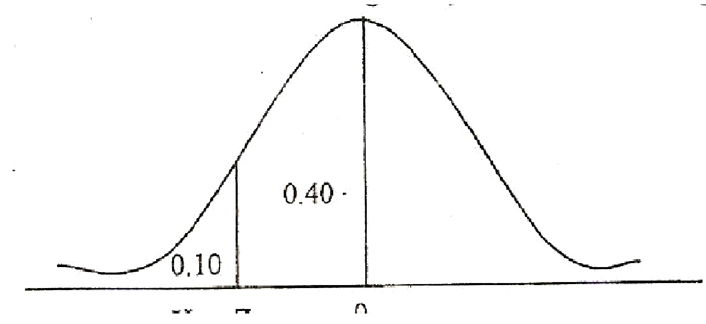
إذا

$$P(37500 \le X \le 45000) = 0.1915$$
$$= 0.29$$

مثال:

قدرت إحدى شركات إنتاج البطاريات أن العمر الاقتصادي لبطارية السيارة ولعينة مختارة بمعدل (٢٠٠) أسبوع، وانحراف معياري (٢٠) أسبوعاً. ترغب الشركة بتصميم نظام ضمان يقوم على أساس أن نسبة (١٠٪) من الإنتاج فقط يفشل قبل العمر الاقتصادي المحدد ويجب استبداله من قبل الشركة.

ففي هذا المثال نريد إيجاد العمر الاقتصادي X على أن ١٠٪ فقط من البطاريات بأعمار اقتصادية (٢٠٠) أسبوع أو أقل، وأن ٤٠٪ بأعمار اقتصادية تتجاوز (٢٠٠) أسبوع. تظهر الحالة بيانياً كما في الشكل أدناه:



الحل:

ابتداء يجب تحديد موقع Z والحصول على أقرب قيمة من الجداول والتي تتمثل بـ ٠,٣٩٩ والمساوية لـ Z= 1.28

لذا فإن $-1.28 = \frac{X-200}{20}$

$$-25.8 = X - 200$$

$$200 - 25.8 = X$$

لذا فأن فترة الضمان تكون ١٧٤,٤ اسبوعاً تقريباً.

استخدام التوزيع الطبيعي كتقريب

تتمثل إمكانية استخدام التوزيع الطبيعي كتقريب بكونها إحدى فوائد هذا التوزيع خاصة عند إجراء التصحيح لأغراض الاستمرارية.

يتناول هذا القسم استخدامات التوزيع الطبيعي كتقريب للتوزيع ذي الحدين وتوزيع بياسون على النحو الآتي:

أ. توزيع الطبيعي كتقريب للتوزيع ذي الحدين:

أشير في ما سبق إلى ان التوزيع ذا الحدين يكون واسعاً ومنتظماً عندما تكون احتمالية النجاح مساوية لاحتمال الفشل، أي أن (P = ح = 0.50) وعند هذه الحالة يكون التوزيع ذو الحدين مشابهاً للتوزيع الطبيعي. لذا فكلما كانت P قريبة من (٠,٥٠) وكان حجم العينة كبيراً، كان التوزيع ذو الحدين واسعاً ومنتظماً. وبسبب صعوبة حساب احتمالية النجاح عندما يكون حجم العينة كبيراً، لذا يستخدم التوزيع الطبيعي كتقريب للتوزيع ذي الحدين وعند توفر شرطين هما:

عندما يكون ناتج n x p = 5 أو أكبر منها.

عندما يكون ناتج n(1-p) = ٥ أو اكبر منها.

فباستخدام دالة التحويل تصبح معادلة التوزيع الطبيعي كالآتي:

أو

وعند التحويل تكون المعادلة كالآتي: حيث إن

Mx = np (مدل التوزيع الطبيعي)

$6x = \sqrt{np(1-p)}$ (الانحراف المعياري)

عدد حالات النجاح = X

لتوضيح عملية التقريب، افترض أن مدير الجودة حصل على عينة (١٦٠٠) إطار ولنفس النوعية، ووجد بأن (٨٪) من هذه العينة رديئة النوعية، فاحتمالية أن لا يزيد عدد الإطارات رديئة النوعية عن (١٥٠) إطاراً تحسب على النحو الآتي:

$$np = 1600(0.08)$$
$$= 128$$
$$n(1-p) = 1600(0.92)$$
$$= 1472$$

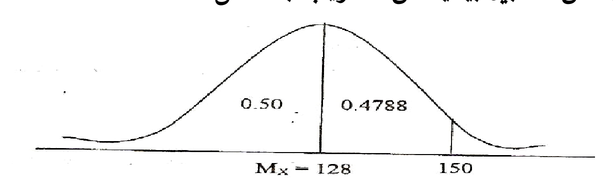
ولما كان المعدل يتجاوز ٥ فيمكن استخدام دالة التحويل كالآتي:

$$z = \frac{x-np}{\sqrt{np(1-p)}} = \frac{150-128}{\sqrt{1600(0.08)(0.92)}}$$

وباستخدام جدول التوزيع الطبيعي فإن p(z= 2.03) = 0.4788 لذا فإن

$$p(x \leq 1500) = 0.50 + 0.4788$$
$$= 0.9788$$

ويمكن التعبير بيانياً عن التقريب بالشكل أدناه :



التوزيع الطبيعي كتقريب لتوزيع بياسون:

يمكن استخدام التوزيع الطبيعي كأداة تقريبية لتوزيعات بياسون تحت نفس الشروط التي يجب توفرها في الحالة الأولى، أي أن دالة التحويل تصبح على النحو الآتي:

$$z = \frac{x - yt}{6x}$$

أو أن:

$$z = \frac{x - Mx}{6x}$$

حيث إن yt = ux (معدل التوزيع)

6x = الانحراف المعياري

X = عدد حالات النجاح

ويمكن الحصول على الاحتمالات الخاصة بالنجاح باستخدام الجدول (٣) في نهاية الكتاب.

مثال:

افترض أن أحد المصانع سجل عدد توقفات العمل بسبب عطل المعدات وبمعدل (١٢) توقف في اليوم.

ما الاحتمالية التقريبية لـ (١٥) توقف أو أقل في اليوم؟

الحل:

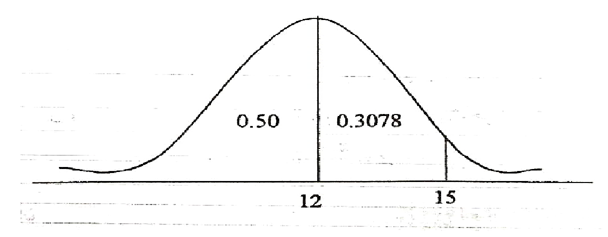
$$z = \frac{x - \mu x}{6x} = \frac{15 - 12}{\sqrt{12}}$$
$$= 0.87$$

باستخدام الجدول (٣) فإن p(z=0.87) = 0.3078

اعتماداً على ذلك فإن

$$p(x \leq 15) = \ 0.50 + 0.3078$$
$$= 0.8078$$

بيانياً تظهر النتيجة كما في الشكل أدناه:



مثال:

افترض أن توزيع الدخل العائلي في منطقة غنية يأخذ شكل التوزيع الطبيعي بمعدل (٢٠٠٠٠)$ وانحراف معياري (٤٠٠٠)$.

جد ما يأتي:

احتمالية أن يكون دخل العائلة أقل من (١٢٠٠٠)$

احتمالية أن يكون دخل العائلة أكبر من (١٩٠٠٠$

احتمالية أن يكون دخل العائلة بين (١٨٠٠٠)$

احتمالية دخل العائلة بما يتجاوز (٤٠٠٠٠)$

الحل:

افترض أن x = مستوى دخل العائلة

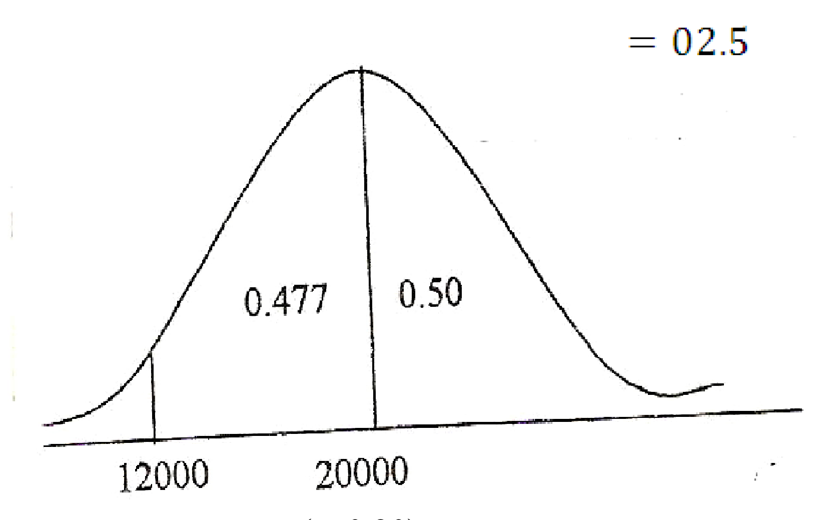
.١

P(x< 12000) = 0.50 – 0.4772 = 0.0228

وذلك عن طريق حساب الآتي:

$$z = \frac{x - Mx}{6x} = \frac{12000 - 20000}{4000}$$

$$= 02.5$$



باستخدام جدول (٣) فإن p(z=0.20) = ٠,٤٧٧٢

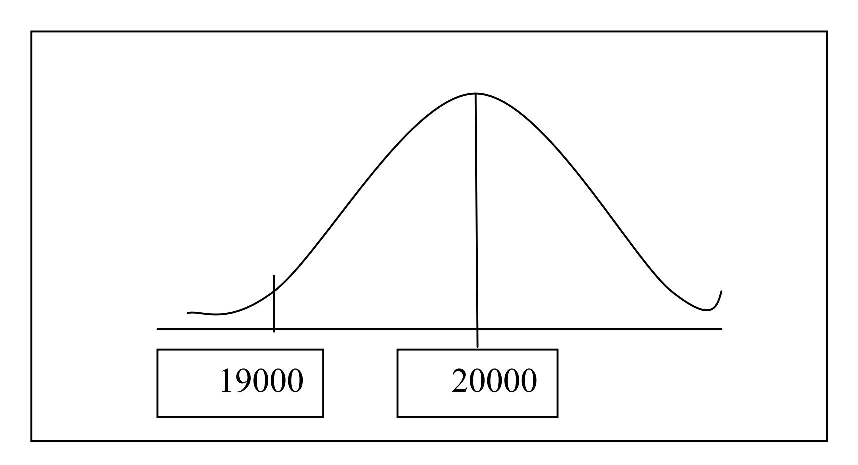
ولما كانت المنطقة المطلوبة على يسار المعدل فيجب طرحها من

٢. $z = \frac{19000-20000}{4000} = -25$

من الجدول (٣) p(z = -0.25) = 0.0987

مجموع المساحة 0.50+0.0987 = 0.5987

لذا فإن p(x>19000) = 0.5987



٣. $p18000 \leq X \leq 26000)$

المنطقة ١

$$Z_1 = \frac{18000 - 20000}{4000} = 0.50$$

من الجدول (٣) $p(Z = \ -0.50) = 0.1915$

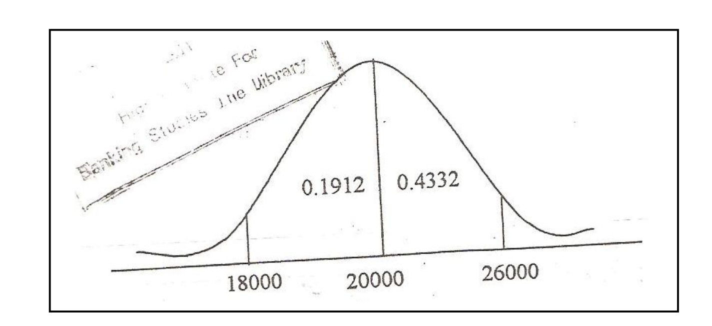
المنطقة ٢

$$Z_2 = \frac{26000 - 20000}{4000} = 0.50$$

من الجدول (٣) $p(Z = 1.5) = 0.4332$

لذا فإن $p(1800 \leq X \leq 26000) = \ Z_1 + Z_2$

0.1912 + 0.4332= 0.6247

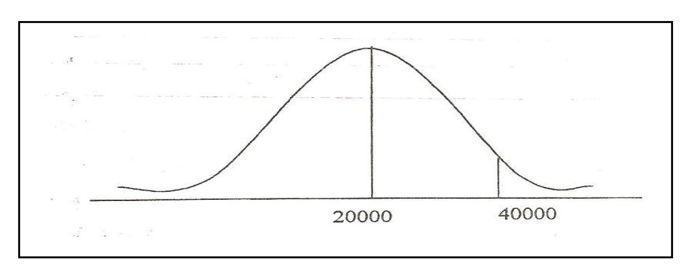


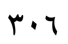
٤. $p(x > 40000)$

$$Z = \frac{40000 - 20000}{4000}$$

من الجدول (٣) $p(Z = 5) = 0.50$

لذا فإن $p(x > 4000) = 0.50 - 0.50 = 0.0$





الفصل العاشر

تطبيقات على المعاينة

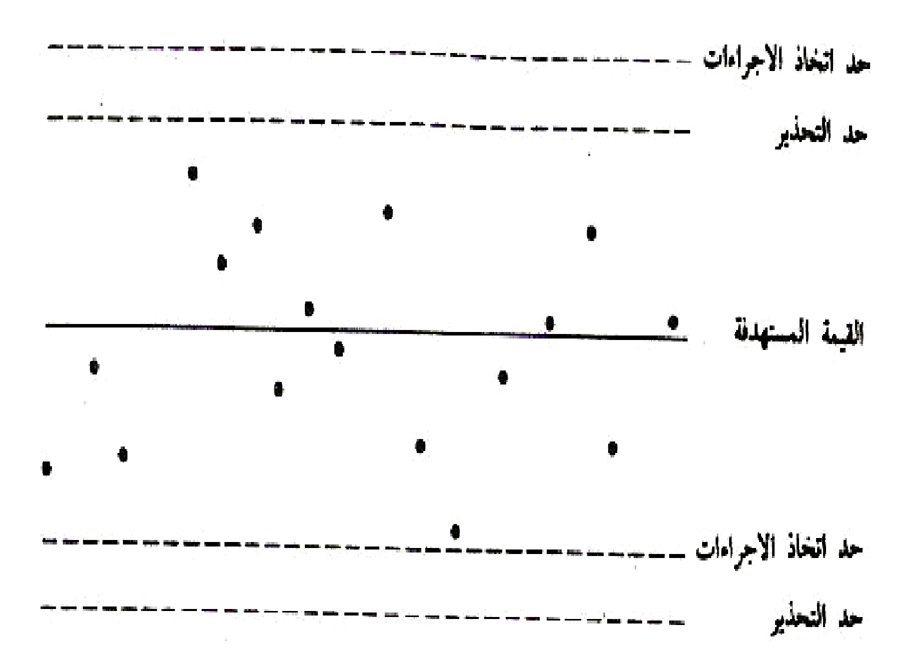
مقدمة للضبط الإحصائي للجودة

خرائط ضبط الملاحظات

عند إنتاج عدد كبير من المنتجات نتوقع أن تتفاوت مواصفاتها تفاوتاً ضئيلاً. وإذا كان توزيع تلك المواصفات معروفاً فإننا نستطيع أن نحسب المنتجات التي تقع أبعادها داخل حدود الضبط. وتوضح حدود الضبط بيانياً على خريطة ضبط كتلك المبينة في شكل (١). والغرض من خريطة ضبط الجودة هو مساعدة مفتش الجودة على اكتشاف ما إذا كانت الملاحظات تعطي وحدات من نفس المجتمع، أو ما إذا كان المجتمع قد تغير بطريقة ما.
وعلى خريطة الضبط بشكل (١) رسمنا حدين للتحذير، وحدين لاتخاذ الإجراءات. وقد رسم حدا التحذير بحيث نتوقع أن تقع ٩٥٪ من الملاحظات بينهما إذا كانت العملية الإنتاجية مضبوطة. فإذا وقعت إحدى النقط خارج هذين الحدين يجب على المفتش أن يجري ملاحظة أخرى فوراً. فإذا وقعت ملاحظتان متتاليتان خارج الحدين فإن هذا يعني عن يقين تقريباً وجود عيب في العملية الإنتاجية. ونتوقع أن تقع كل الملاحظات تقريباً داخل حدي اتخاذ الإجراءات. والنسبة المئوية التي يجب من وجهة نظرنا أن تقع بين هذين الحدين هي ٩٩,٨٪، فإذا كانت العملية الإنتاجية مضبوطة، فلن يخرج عن هذين الحدين أكثر من ملاحظة كل ٥٠٠ ملاحظة، ولذلك يجب إيقاف العملية الإنتاجية فوراً إذا وقعت ملاحظة خارجهم.

الشكل (١)

خريطة ضبط الجودة



لنأخذ المثال التالي :

(Lehg١)

مصنع كيماوي به الإنتاج التالي كل ساعة على مدى عشر ساعات

الساعة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإنتاج	١٤٠	١٣١	١٤٢	١٢١	١٣٤	١٤٥	١٣١	١٤٨	١٣٢	١٣٦

وقد قرر مدير المصنع أن هذا المعدل المتوسط للإنتاج هو المطلوب. وقد طلب منك أن تحسب من هذه البيانات حدي الضبط العلوي والسفلي اللذين يمكن استخدامهما على خريطة لضبط الجودة يراد إنشاؤها. ويجب أن يكون الحدان بحيث يغطيان درجة مخاطرة واحد في العشرين للتحذير من التغيرات الممكنة في العملية الإنتاجية.

احسب:

الوسط والتباين والانحراف المعياري للأرقام العشرة للإنتاج

الحد العلوي والسفلي للضبط للخريطة

جارسم الخريطة وبين عليها حدي الضبط مع أمثلة للملاحظات المسجلة كل ساعة

الإجابة:

أ. وسط العينة $\bar{x} = \frac{1}{10}(140 + 131 + \cdots + 136) = 136$

تباين العينة $s^2 = \frac{1}{n}\sum(x - \bar{x})^2 = 57.2$

الانحراف المعياري للعينة s = 7.56

ب. ولما كانت s لا تعتبر مقداراً غير منحاز يمثل المجتمع يلزم حساب

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{n}{n-1}}s = 7.97$$

ولما كان حجم العينة صغيراً وقيمة المتغير σ غير معروفة، فإن حدي الضبط يكونان على الصورة

$$\bar{x} \pm t\sigma$$

حيث t هي القيمة المناسبة من توزيع – t بدرجات حرية n-1=9. ومن الجداول نجد أن ٩٥٪ من التوزيع يقع بين الحدين ٢,٢٩ –، ٢,٢٦ + وهكذا فإن حدي التحذير هما :

(٧,٩٧ × ٢,٢٦) – ١٣٦ إلى (٧,٩٧ × ٢,٢٦) + ١٣٦

أي

١١٧,٩٩ إلى ١٥٤,٠١

وهكذا نستنتج أنه لو تم إنتاج من ١١٨ إلى ١٥٤ وحدة في الساعة (شاملة هذين الرقمين) فإننا نستطيع أن نقول في اطمئنان أن العملية الإنتاجية مضبوطة. أما إذا كانت إحدى القيم خارج هذا المدى، فإن هناك احتمالاً قوياً في وجود عيب في النظام.

ج. يبين شكل (٢) خريطة ضبط الجودة. ولنفرض أنه بعد مدة حصلنا على مستويات الإنتاج التالية:

الساعة	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣
الإنتاج	١٣٨	١٤٢	١٣٦	١٣٠	١١٧	١٢٤	١٤٠	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣٠	١٢٠	١١٦	١١٢

ويبين الشكل (٢) مستويات الإنتاج المذكورة. ومع أن إحدى القيم تقع أسفل حد الضبط عند الساعة ٥٤، إلا أنه محتمل أن يكون ذلك ناتجاً عن التغير العشوائي العادي الموجود بالعملية الإنتاجية. ولا يجب في هذه المرحلة إيقاف الإنتاج. ومع ذلك يجب إيقافها حتماً بعد الساعة ٦٣، حيث إن هناك ملاحظتين متتاليتين أقل من الحد الأدنى للتحذير.

خرائط ضبط متوسط العينات

حتى الآن تناولنا حالات تؤخذ فيها ملاحظة واحدة على فترات منتظمة. ويمكن استخدام الخرائط بطريقة مماثلة عندما تؤخذ عينات صغيرة بانتظام. وتكون هذه الطريقة مفيدة بوجه خاص عندما تكون لدينا عملية إنتاجية تنتج أعداداً كبيرة من المنتجات. وفي هذه الحالة يكون من السهل سحب عينات صغيرة نسبياً في عمليات تفتيش لضبط جودة السلع بصفة عامة.

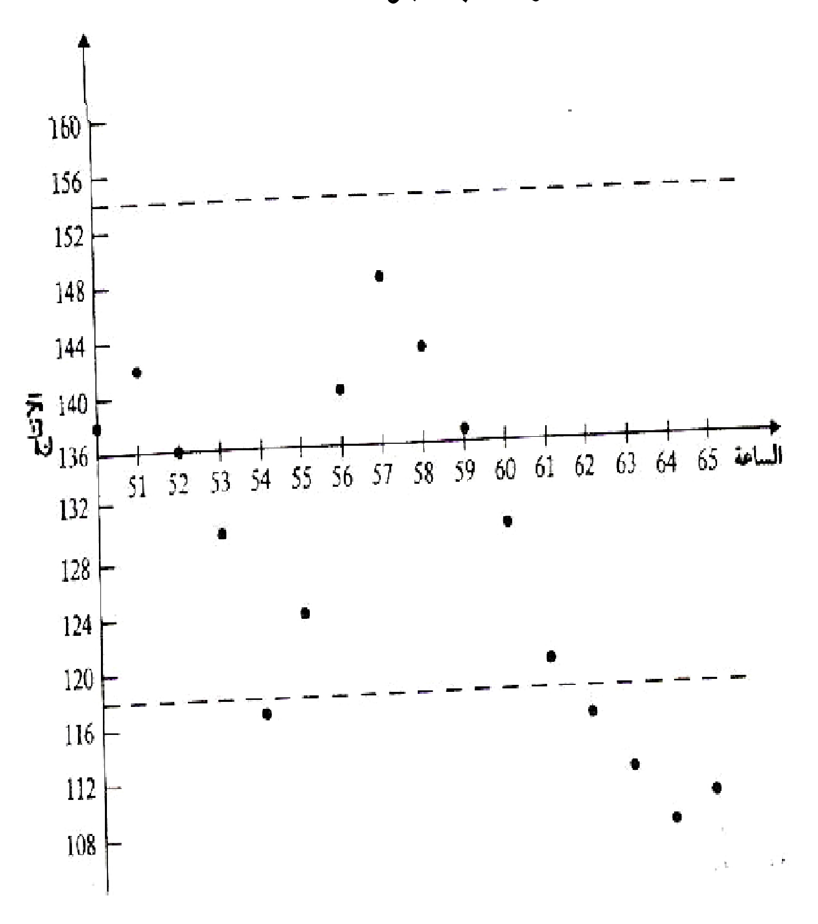
ولنفرض أننا نسحب عينات تتكون من n من القياسات على فترات منتظمة، فإذا كانت القيم مأخوذة من مجتمع توزيعه طبيعي تقريباً ووسط المجتمع هو μ وانحرافه المعياري هو فإنه عندما تكون العملية مضبوطة، فإن وسط العينات سيقع في ٩٥٪

من الحالات بين الحدين $\mu - 1.96\delta \therefore \sqrt{n}$ و

$\mu + 1.96\delta \therefore \sqrt{n}$

الشكل رقم (٢)

خارطه ضبط الجودة



مثال (٢)

أظهرت الخبرة أنه في الظروف العادية، فإن العملية الإنتاجية تعطي وحدات قطرها المتوسط ٣,٠٠ بوصة وانحرافها المعياري ٠,٠١ بوصة، أوجد الخطأ المعياري لوسط عينات مكونة من أربع وحدات، واحسب الحدود التي تقع بينها أوساط العينات:

لـ ٩٥٪ من العينات.

لكل العينات عملياً.

ارسم خريطة ضبط الجودة لأوساط العينات المكونة من ٤ وحدات مبيناً الحدود الداخلية والخارجية. وموقع الأوساط المعطاة في الجدول التالي على الخريطة، وعلق على الموقف الذي تظهره الخريطة.

رقم العينة	وسط عينات من أربع عينات مأخوذة كل عشر دقائق					
١	الزمن (ساعة)	٣,٠٠	٣,١٠	٣,٢٠	٣,٣٠	٣,٤٠
	القطر المتوسط (بوصة)	٣,٠٠٣	٣,٠٠٤	٢,٩٩٥	٣,٠٠١	٢,٩٩٢
٢	الزمن (ساعة)	٣,٥٠	٤,٠٠	٤,١٠	٤,٢٠	٤,٣٠
	القطر المتوسط (بوصة)	٢,٩٩٦	٣,٠٠١	٣,٠٠٣	٣,٠٠٦	٣,٠١١
٣	الزمن (ساعة)	٤,٤٠	٤,٥٠	٥,٠٠	٥,١٠	٥,٢٠
	القطر المتوسط (بوصة)	٣,٠٠٥	٢,٩٩٥	٢,٩٩٧	٢,٩٩٣	٢,٩٩٠
٤	الزمن (ساعة)	٥,٣٠	٥,٤٠	٥,٥٠	٦,٠٠	٦,١٠
	القطر المتوسط (بوصة)	٢,٩٩١	٢,٩٩٢	٢,٩٩٠	٢,٩٨٦	٢,٩٨٤

الإجابة:

وبالتالي:

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0.01}{2} = 0.005$$

أ. $\mu - 1.96\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3.00 - 1.96 \times 0.005 = 2.9902$

وبالتماثل $\mu + 1.96\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3.0098$

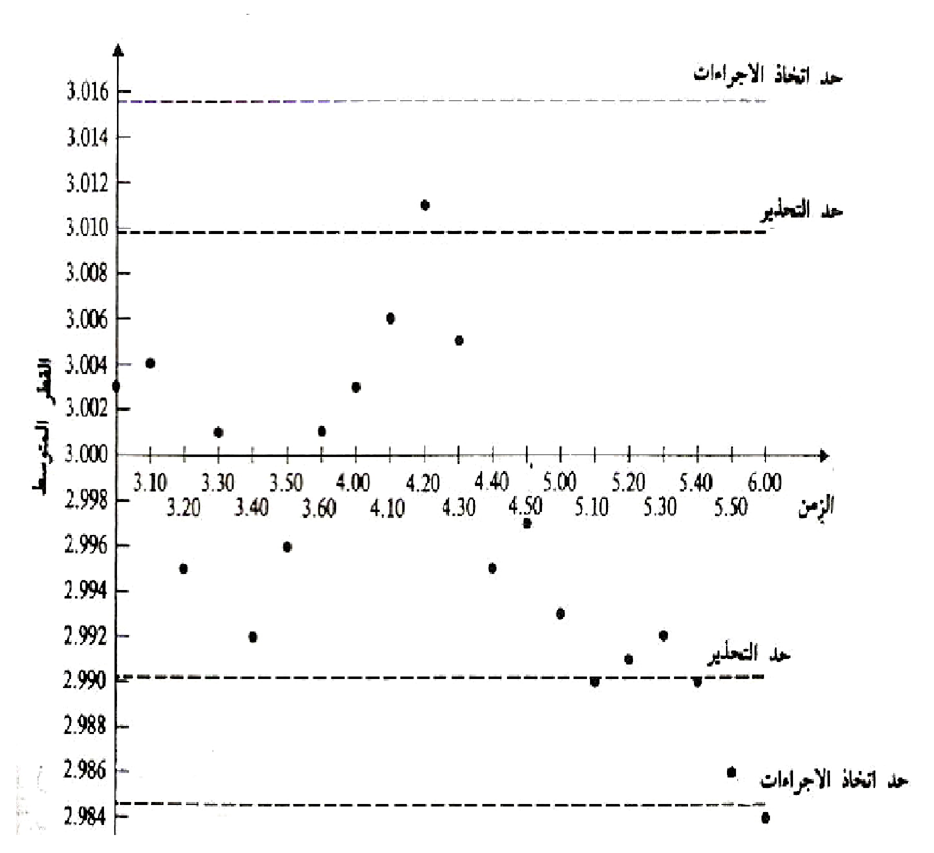
وقد رسم الحدان ٢,٩٩٠٢ و ٣,٠٠٩٨ على شكل (٣)

ب. حدا اتخاذ الإجراءات $= \mu - 30.9\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ و $= \mu + 3.09\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ أو بمعنى آخر ٢,٩٤٥٥ و ٣,١٥٤٥ ونرى أنه يمكن اعتبار أن العملية ظلت مضبوطة حتى الساعة ٥,١٠، وبعد هذا الزمن توجد أربع ملاحظات كلها قريبة جداً من حد الإنذار السفلي. ويمكن تجاهل

هذه الملاحظات لأن الفرق بينها وبين μ يمكن أن يكون سببه الصدفة. أما الملاحظتان الأخيرتان فتؤكدان الشك في أن عيباً قد ظهر، ويجب إيقاف العملية فوراً.

الشكل رقم (٣)

خارطة ضبط الجودة



وعملياً كثيراً ما يكون الانحراف المعياري للمجتمع غير معروف. وهناك إمكانية أخذ عدد كبير من المنتجات العملية وحساب $\hat{\sigma}$ لتقدير σ.. وبعد ذلك تستخدم العوامل ١,٩٦ و ٣,٠٩ كما في الأمثلة السابقة. أما إذا كان لدينا قدر بسيط نسبياً من البيانات لتقدير σ فإننا نستخدم نفس الطريقة ولكننا نستبدل بالعاملين ١,٩٦ و ٣,٠٩ القيم المناسبة من توزيع -t، ولكن ما يحدث كثيراً عند التعامل مع العينات الصغيرة هو حساب المدى w لعدد من العينات الصغيرة، ثم استخدام متوسط المدى $\overline{W}$ كمقياس للتباين في البيانات. وكما ذكرنا في البند ٨-٧ فإن المدى

للعينات الصغيرة مرتبط بالانحراف المعياري بعلاقة بسيطة وبذلك فإن $\overline{W}$ مرتبط بـ σ.
وهناك جداول منشورة تعطي العوامل التي يجب ضربها في w للحصول على حدود التحذير، واتخاذ الإجراءات التي يبلغ حجمها n حتى ١٢.

خريطة ضبط المعيبات

حتى الآن بحثنا خرائط الضبط وتطبيقها على القياسات المستمرة. والآن سنتناول الحالات التي يكون فيها عملياً أن تصنف الأجزاء باعتبارها مرضية أو معيبة. ويكون هذا مناسباً بصفة خاصة عند فحص منتج نهائي لتقرير ما إذا كان مطابقاً للمواصفات.

ولكي نكتشف ما إذا كانت العملية مضبوطة نأخذ عينات على فترات منتظمة ونحسب نسبة المعيبات في العينات. وترسم هذه النسبة على خريطة لضبط الجودة. وتحسب حدود التحذير واتخاذ الإجراءات لها على أسس توزيع ذات الحدين له معالم البارامتران n (حجم العينة) و p (نسبة المنتجات المعيبة عندما تكون العملية مستقرة). وقد رأينا في الوحدة السابقة أن حسابات توزيع ذات الحدين تكون **متعبة عندما تكون n كبيرة**، ولذلك يمكن استخدام توزيع بواسون، أو التوزيع الطبيعي كتقريب له عندما يكون ذلك مناسباً.

مثال (٣)

أ. في عينة كبيرة مأخوذة من الإنتاج وجدت ٤٢ وحدة معيبة من مجموع ١٠٠٠ وحدة. وقد تقرر سحب عينات للضبط حجمها ٢٠٠ وحدة على فترات معينة.

احسب الوسط المتوقع وحدا ٩٥٪ و ٩٩٪ لخريطة الضبط.

بدأ استخدام الخريطة بناء على الأرقام المحسوبة في الجزء (أ) أعلاه. وبعد مدة سحبت ١٥ عينة وجدت بينها المعيبات التالية:

رقم العينة	عدد المعيبات
١	٨
٢	١١
٣	٩
٤	٦
٥	١٢
٦	٨
٧	١٣

٨	١١
٩	١٤
١٠	١٥
١١	١٨
١٢	١٠
١٣	٨
١٤	١٢
١٥	٧

ارسم الخريطة مبيناً الحدين العلويين لاتخاذ الإجراءات والتحذير، ثم وقع عليها النتائج المذكورة أعلاه.

ماذا يبدو أنه حدث ليسبب التغير المفاجئ بين العينات أرقام ١١ و ١٢

الإجابة:

أ- من العينة الكبيرة نستنتج أن p= 0042 ولما كانت $np = 200 \times 0.042 > 5$

نستطيع استخدام التوزيع الطبيعي كتقريب لتوزيع ذات الحدين.

وبالتالي يكون حدا التحذير للنسب المعطاة :

$$\hat{p} + 1.96\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \text{ و } \hat{p} - 1.96\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

وهذان الحدان يساويان :

٠,٠١٤٢ و ٠,٠٦٩٨

ومنها نستنتج أنه عندما تكون العملية مضبوطة فإن ٩٥٪ من العينات يكون بها من ٣ إلى ١٣ معيبة (شاملة هذين الرقمين) بين وحدات العينة الـ ٢٠٠،

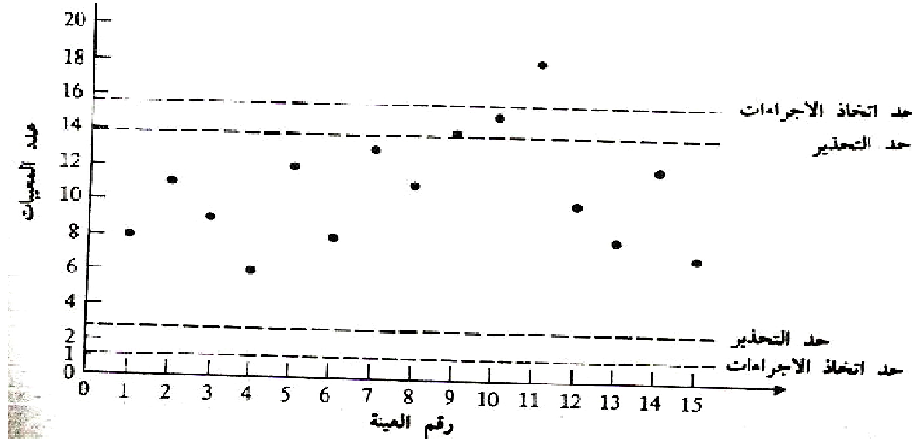
أما حدا اتخاذ الإجراءات للنسب المعطاة فيهما :

$$\hat{p} + 2.58\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \text{ و } \hat{p} - 2.58\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

أي ٠,٠٠٥٤ و ٠,٠٧٨٦

وهكذا فعندما تكون العملية الإنتاجية مستقرة يكون عدد المبيعات من ٢ إلى ١٥ (شاملاً هذين الرقمين) ٩٩٪ من المرات.

الشكل رقم (٤) خارطة ضبط الجودة



ب. يبين شكل (٤) حدود الإنذار، واتخاذ الإجراءات. لاحظ أنه في هذا المثال أخذ حدا اتخاذ الإجراءات على أساس نسبة ٩٩٪ وليس ٩٩,٨٪ التي استخدمنها سابقاً. ويبدو واضحاً أنه حدث تدخل في العملية بين العينتين ١١ و ١٢، وقد وجد خطأً في العملية عند العينة ١١. وقد تم تصحيح الخطأ وبالتالي تحسنت النتائج التالية.

دور المعاينة في المراجعة: الدور الأساسي للمراجع الخارجي هو التحقق من أن حسابات الشركة صحيحة وطبقاً للقانون. وفي بداية عمليات المراجعة لم يكن مستغرباً أن يقوم المراجع بفحص جميع المعاملات المالية. ولكن هذا أصبح نادراً اليوم بسبب العدد الضخم من المعاملات المالية التي تتم في كثير من الشركات الكبرى. وعادة يتم التغلب على هذه المشكلة بفحص جزء صغير من الحسابات واستخدام المعلومات الناتجة للوصول إلى صورة عامة عن مجتمع الحسابات كله. ويعتبر هذا بالطبع معاينة.

وبعكس المجالات الأخرى التي تستخدم فيها المعاينة، فإن استخدام المعاينة التقديرية منتشر في المحاسبة، ومع أن هذه الظاهرة تناقصت في الأعوام العشرين، أو الثلاثين الماضية إلا أنه يبدو أن شركات المحاسبة الكبيرة جداً هي فقط التي تستخدم الطرق الإحصائية للمعاينة. وهناك سببان لذلك: الأول أنه في المراحل الأولى لتطور الإحصاء لم يكن هناك إلا القليل من الأبحاث في مجال المال والاقتصاد. ومع أن هذا لم يعد هو الحال إلا أن غالبية الأبحاث الحديثة غير موثقة بسبب قيمتها المالية لشركات المحاسبة. والسبب الثاني لنقص الطرق الإحصائية للمعاينة في المحاسبة هو ضعف الخلفية الإحصائية لكثير من قدامى المحاسبين. ولن يصبح هذا مشكلة في المستقبل لأن

معظم المحاسبين الآن يدرسون الإحصاء في فترة تأهيلهم. ومزايا المعاينة الإحصائية على المعاينة التقديرية هي نفسها المذكورة فيما سبق باختصار، وهي أنها تسمح بحساب أفضل حجم للعينة لتحقيق الدقة المطلوبة. أو بالعكس تسمح بتحديد الدقة إذا عرفنا حجم العينة، وهذا مهم بالطبع إذا كانت شركة المحاسبة قد تتعرض للمحاكمة إذ ثبت أهمالها، أو إذا ثبت أن مراجعتها لم تكن كافية. فإذا استطاعت الشركة أن تثبت أن مراجعتها تمت بطريقة لها أساس علمي معترف به، فهذا يجعل موقفها أكثر أماناً مما لو كانت الطريقة المستخدمة شخصية محضة مهما كانت درجة خبرة المراجع.

وسنتناول في هذا القسم خمسة تطبيقات للطرق الإحصائية للمعاينة على مراجعة الحسابات. وسندرس كلا من تلك الأساليب على حدة.

تقدير المتغيرات بالمعاينة

تستخدم هنا النظريات المشروحة بالوحدة السابقة لتقدير القيمة لمجتمع من الحسابات على أساس عينة منها. ومن الواضح أننا نستطيع استخدام النتيجة القائلة بأن

$$\text{تقدير قيمة المجتمع} = \frac{\text{حجم المجتمع}}{\text{حجم العينة}} \times \text{قيمة العينة}$$

ذلك عندما يتم اختبار العينة عشوائياً. ومن الأمثلة التقليدية لذلك في مجال المال والاقتصاد تقدير ما يلي:

قيمة المخزون.

قيمة الأصول.

قيمة الأخطاء.

قيمة المخاطرات.

ولنأخذ مثالاً لحساب حجم العينة لتحقيق درجة معينة للدقة.

مثال (١)

معلوم من الخبرة السابقة أن الانحراف المعياري لمجتمع يتكون من ٢٠٠٠٠ مفردة هو

والمطلوب تقدير هذه المفردات الـ ٢٠٠٠٠، ولكن نظراً لضيق الوقت تقرر فحص عينة عشوائية منها فقط. والمطلوب أن يكون التقدير دقيقاً لأقرب مليون جنيه بدرجة ثقة ٩٩٪. ما حجم العينة التي يلزم أخذها؟

الإجابة: المطلوب أن يكون الاحتمال

$$p(1 - 1000\,000 < 20\,000(x - \mu) < 1\,000\,000) > 0.99$$

أي أن $p(-50 < x - \mu < 50) > 0.99$

وبالتالي فإن $2.58 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < 50$

$$\sqrt{n} > \frac{2.58 \times 250}{50} = 12.9$$

$$n > 12.9^2 = 166.4$$

أي أن أصغر حجم للعينة هو ١٦٧ مفردة.

تقدير الصفات بالمعاينة

في هذه الحالة مطلوب تقدير عدد، أو نسبة المفردات التي تتمتع بصفة معينة. وفي مراجعة الحسابات يكون التطبيق المعتاد لهذه الطريقة هو لتقدير عدد الأخطاء في مجموعة من الحسابات. وهناك تطبيقات أخرى منها:

نسبة الديون التي تأخر تسديدها ستة شهور.
عدد الموظفين الذين يحصلون على أجر إضافي في أحد الأسابيع.

والنتيجة التالية مفيدة في هذا المجال:

تقدير عدد المفردات في المجتمع التي تتمتع بالصفة =

$$\frac{\text{حجم المجتمع} \times \text{عدد المفردات في العينة التي تتمتع بالصفة}}{\text{حجم العينة}}$$

وباستخدام النظريات الواردة بالفصل الخامس عشر يمكننا حساب درجة ثقة تقريبية لتقديرنا.

مثال(٢)

يريد مراجع حسابات أن يقدر عدد العروض التي يوجد بها خطأ صغير معين ضمن عدد إجمالي قدره $N = 50\ 000$ عرض في تجارة الشهر الماضي. وقد أخذت عينة عشوائية حجمها $n =$ 250 من العروض، فاتضح أن بها ١٠ عروض بها خطأ.

احسب حدود الثقة ٩٥٪ تقريبية لهذا المجتمع.

الإجابة: حدود الثقة ٩٥٪ هي

$$N\left(\hat{P} \pm 1.96\sqrt{\frac{\hat{P}(1-\hat{P})}{n}}\right) = 50\,000\left(0.04 \pm 1.96\sqrt{\frac{0.04 \times 0.96}{250}}\right) = 785\ ,\quad 3215$$

الاكتشاف بالمعاينة

يهتم الاكتشاف بالمعاينة بفحص مجتمع لمحاولة الكشف عن حالة واحدة من خطأ جسيم. ومن المواقف التي يمكن **أن تندرج تحت هذا العنوان:**

اختلاس النقود. الغش. انهيارالرقابة الداخلية.

وعندما يتم اكتشاف العيب توقف المعاينة فوراً، ويقدم تقرير عن الخطأ.

ويمكن في الاكتشاف بالمعاينة اعتبار أن احتمال مثل هذا الخطأ ضئيل جداً. وهذا يسمح لنا بإجراء الحسابات ببساطة باستخدام توزيع بواسون كتقريب لتوزيع الحدين.

تدريب (١)

لنفرض أن لدينا مجتمعاً كبيراً معدل الخطأ به ٢/ ١٪. أوجد احتمال العثور على خطأ إذا أخذت عينة عشوائية حجمها:

١- n = ٤٠   ٢- n = ١٠٠   ٣- n = ٦٠٠

الحل:

١. p = ٠,٠٠٥ ، n = ٤٠. وباستخدام تقريب بواسون نوجد m = np = ٠,٢، واحتمال عدم وجود خطأ = $p(r = 0) = e^{-m} = e^{-0.2} = 0.82$

أي أن احتمال العثور على خطأ هو ١٨٪ فقط.

٢. $m = 0.5 \quad ,n = 100 \quad ,p = 0.005$

واحتمال عدم وجود خطأ = $e^{-0.5} = 0.61$

أي أن احتمال العثور على خطأ هو ٣٩٪.

٣. $m = 3 \quad ,n = 600 \quad ,p = 0.005$

واحتمال عدم وجود خطأ = $e^{-3} = 0.05$

أي أن احتمال العثور على خطأ هو ٩٥٪.

القبول بالمعاينة

تستخدم الشركات مراجعين داخليين لمراقبة نظام الحسابات لديها، والتأكد من أنه يعمل جيداً ولمساعدة المراجع تؤخذ عينات من الحسابات على فترات منتظمة لمراجعتها، والتأكد من أن معدل الخطأ بها لا يزيد على حد معين. ويسمى هذا بالقبول بالمعاينة وهو مجرد تطبيق لضبط الجودة على المحاسبة. وفي القبول بالمعاينة تهمنا الأخطاء غير الجسيمة وليس حالات الغش.

ومن أمثلة تلك الأخطاء:

خطأ التاريخ.

خطأ في الجمع.

عدم ختم الوثيقة.

عدم توقيع الوثيقة من الشخص المسئول.

بصفة عامة فإن القبول بالمعاينة لا يهم المراجع الخارجي الذي يهتم فقط بأخذ عينة واحدة.

مثال

يقوم مراجع داخلي بشركة كبيرة بمراجعة عينة من ٥٠٠ من المعاملات المالية كل أسبوع للتأكد من أن نظام المحاسبة يسير على ما يرام. ومن المنتظر حدوث عدد من الأخطاء البسيطة التي لا يمكن القضاء عليها تماماً. ولكن الشركة تعتقد أنه يجب إبقاء معدل الخطأ أقل من ٢٪. ما

عدد الأخطاء التي يجب أن تظهر في العينة حتى يتأكد المراجع من أنه تم تجاوز المعدل المسموح به للخطأ (بدرجة ثقة ٩٥٪)؟

الإجابة إذا كان معدل الخطأ هو ٢٪ فإن هناك احتمالاً قدره ٠,٠٥ فقط في أن يتم العثور على أكثر من

$$(500 \times 0.02) + 1.645\sqrt{500 \times 0.02 \times 0.98} = 15.15$$

من الأخطاء (باستخدام التوزيع الطبيعي كتقريب لتوزيع ذات الحدين). فإذا وجد المراجع خطأً، أو أكثر يمكنه أن يتأكد بدرجة معقولة من تجاوز معدل الخطأ.

المعاينة حسب القيمة النقدية

هذه الطريقة من الطرق الحديثة للمعاينة، وهي مفيدة لتقدير قيمة الخطأ في المجتمع من عينة من المفردات باستخدام النتيجة.

تقدير القيمة الإجمالية للأخطاء في المجتمع	= القيمة الكلية للمجتمع / القيمة الكلية للعينة	× القيمة الإجمالية للأخطاء في العينة

ومنها نرى أنه يمكن الحصول على تقدير أدق للقيمة الإجمالية للأخطاء إذا كانت قيم العينة كبيرة مما إذا كانت صغيرة. ويمكن تحقيق ذلك بالتقسيم إلى طبقات طبقاً لأحد معايير القيمة، ثم باختيار نسب عالية من قيم العينة الكبيرة. وفي المعاينة حسب القيمة نحقق ذلك باختبار مفردات يتناسب احتمالها مع قيمتها. وهكذا فإن مفردة قيمتها f5 لها خمسة أضعاف الفرصة أن تؤخذ ضمن العينة من مفردة قيمتها f1. وسنأخذ مثالاً بسيطاً لتوضيح هذه الطريقة.

مثال

لدينا مجتمع يتكون من ١٥ مفردة. والمطلوب اختيار عينة من ٥ مفردات بحيث يتناسب احتمال الاختيار مع القيمة. وفيما يلي قيم المجتمع:

F10 f30 f1 f5 f24 f38 f3 f2 f20 f2 f40 f8 f15 f18 f5 f31

الإجابة: في البداية نحسب سلسلة من المجاميع التراكمية وهنا يكون لدينا f214 , f219 , f250 , f196 , f181 , f173 , f133 , f131 , f111 , f108 , f70 , f46 , f41 , f40 , f10

وقد حصلنا على هذه القيمة بجمع القيم الواردة في المجتمع تراكمياً، وعلى سبيل المثال ٤٠ = ٣٠ + ١٠، ٤١ = ١ + ٤٠.

ولما كان الإجمالي هو f250 نختار خمسة أرقام عشوائية (من جداول الأرقام العشوائية) بين ٠٠١ و ٢٥٠ ولنفرض أن هذه الأرقام هي: 195 , 249 , 160 , 140 , 089

ولنأخذ الرقم ٠٨٩.

ولما كان مجموع القيم الخمس الأولى في المجتمع أقل من f89 نأخذ أيضاً القيمة رقم ٦ وهي f38) في العينة. وبنفس الطريقة

١٤٠ تقابل القيمة رقم ١٠ (وهي f40)

٦٠ تقابل القيمة رقم ٥ (وهي f24)

٢٤٩ تقابل القيمة رقم ١٥ (وهي f31)

١٩٥ تقابل القيمة رقم ١٢ (وهي f15)

(**وهناك طريقة أفضل لاختيار الأرقام العشوائية** وهي باستعمال المعاينة المنتظمة، أي باختيار أي رقم بين ٠ و ٥٠ وليكن ٣٩ ثم استخدام الأرقام العشوائية ٣٩ و ٨٩ و ١٣٩ و ١٨٩ و ٢٣٩ لاختيار المفردات).

وهذه هي الأساليب الخمسة للمعاينة الإحصائية التي تفيد المراجعين. وما زال عدد من المراجعين يواجهون النقد لاستخدام المعاينة الإحصائية لسببين، والأول أنهم يعقتدون أن عملية الاختيار العشوائي في حد ذاتها تستهلك وقتاً طويلاً وهي غير مربحة. ويمكن الرد على ذلك بأن معظم الوثائق المالية تحفظ الآن على الكمبيوتر، ومن السهل بمكان برمجة الكمبيوتر ليعطي البيانات الخاصة بالعينة عشوائياً، والنقد الثاني الذي يوجه هو اعتقادهم بأن المراجع المتمرس يستطيع أن يختار عينة أفضل من العينة العشوائية. ويرد الإحصائيون على ذلك بأن الخبرة يجب أن تستخدم لتقسيم المجتمع إلى طبقات، وأن الحاجة إلى العشوائية لا تظهر إلا في المرحلة الأخيرة من عملية اختيار العينة.

وفي اعتقادنا أن تطور أساليب المعاينة الإحصائية في مجال المال والاقتصاد سيستمر في التزايد. ومن واجب كل المحاسبين الذين يصبون إلى إتقان المهنة أن يتعرفوا على تلك الأساليب.

الفصل الحادي عشر

شبكات الأعمال

أسلوب مراجعة وتقييم البرامج / بيرت

مقدمة:

ظهرت أساليب الأعمال لتلافي العيوب الخاصة بخرائط جانت والتي كانت تستخدم في وضع البرامج الزمنية لتنفيذ المشروعات ولكنها كانت لا توضح علاقات الترابط والتتابع بين الأنشطة المختلفة وبالتالي لا يمكن التعرف على آثار التأخير في تنفيذ أنشطة معينة على زمن التنفيذ الكلي، وتنقسم أساليب شبكات الأعمال إلي أسلوبين هما:

أسلوب تقييم ومراجعة البرامج، أو ما يسمى اختصاراً بأسلوب بيرت PERT.

أسلوب أو طريقة المسار الحرج.

وهذان الأسلوبان وإن كانا يعتمدان على مبادئ واحدة ولذلك دائماً ما يشار إليها بأساليب شبكات الأعمال إن أن هناك فروقاً جوهرية بينهما ومن أهمها ما يلي:

إن أسلوب المسار الحرج يعتبر نموذجاً تحديدياً يقوم على التأكد حيث يعطي تقدير واحد لزمن تنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع أما أسلوب بيرت فإنه نموذج احتمالي يقوم على عدم التأكد.

إن التكلفة في أسلوب المسار الحرج لا تكون واضحة بينما يتم الإفصاح عنها في أسلوب بيرت ولذلك يتمكن الأسلوب الأخير من تحديد الحل الأمثل الذي يوفق بين وقت تنفيذ المشروع من ناحية وبين التكاليف من ناحية أخرى.

ونخلص مما سبق أن الأسلوبين يتشابهان في خطوات الحل ولكنهما يختلفان في التقديرات التي يعتمد عليها كل منهما فأسلوب المسار الحرج تكون تقديراته مؤكدة في حين أن أسلوب بيرت تكون التقيرات احتمالية ومعنى احتمالية أنه عند تقدير الوقت والتكلفة نجد هناك ثلاثة تقديرات مختلفة هي:

التقدير المتفائل: ويفترض هذا الأسلوب أن تنفيذ المشروع سيتم في أقل وقت ممكن وفي ظل أفضل ظروف للتشغيل ويرمز لهذا التقرير بالرمز (ف).

التقدير الأكثر احتمالاً: ويفترض هذا التقدير أن المشروع سيتم تنفيذه في ظل الظروف العادية ويكون احتمال تنفيذه في هذا الوقت أكثر احتمالاً من أي وقت آخر ويرمز له بالرمز (حـ).

التقدير التشاؤمي: ويفرض فيه أن العمل سوف يتم في أكبر وقت وأن ظروف التشغيل سوف تسير على أسوأ ما يمكن ويرمز له بالرمز (ش).

وقد وجد مكتشفوا أسلوب بيرت أن هذه التقديرات تخضع لتوزيع بيتا وأنه يمكن حساب الوقت المتوقع لزمن كل نشاط باستخدام المتوسط الحسابي لهذه التقديرات بعد إعطاء كل تقدير أوزاناً معينة وذلك يعطي للتقدير المتفائل (١) والأكثر احتمالاً (٤) والمتشائم (١) وبالتالي فإن:

$$\text{الوقت المتوقع للنشاط} = \frac{\text{ف} + 4\,\text{حـ} + \text{ش}}{6}$$

حيث:

ف = التقدير المتفائل.

حـ = التقدير الأكثر احتمالاً.

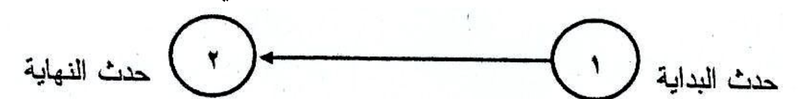
ش = التقدير المتشائم.

ويجب مراعاة الدقة في إعداد التقديرات الزمنية للإنتهاء من المشروع والتي سيتم من خلالها رسم شبكة الأعمال والتي تبين الأحداث والأنشطة التي يجب تنفيذها لتحقيق الهدف النهائي، وبذلك تكون العناصر الرئيسية لشبكة الأعمال هي: الحدث والنشاط والمسار.

وسوف نبين مفهوم كل منها على النحو التالي:

الحدث: Event وهو يمثل لحظة بداية أو نهاية نشاط معين من أنشطة المشروع واعدة ما يعبر عنه بأشكال هندسية مثل الدائرة وكل حدث يأخذ رقماً إما بالتسلسل أو بشكل عشوائي.

النشاط: Activity وهو يعبر عن الأداء الفعلي لعمل ما والذي كان له حدث بداية وحدث نهاية ويحتاج إلي وقت وموارد ويتم ربط حدث البداية وحدث النهاية بسهم يعبر عن النشاط يتجه نحو حدث النهاية ولذلك يأخذ الحدث والنشاط الشكل التالي:



ويرتبط كل نشاط بالأنشطة الأخرى من خلال أسهم ودوائر.

المسار: Path ويعتبر عن التتابع المستمر للأنشطة منذ حدث البداية وحتى النهاية وقد يكون للشبكة الواحدة أكثر من مسار ويسمى أطول مسار فيها بالمسار الحرج وتسمى الأنشطة التي تقع عليه بالأنشطة الحرجة.

وبذلك يكون القول أنه من خلال شبكة الأعمال نستطيع معرفة ما يلي:

زمن المسار الحرج وأطول زمن لتنفيذ المشروع.

الوقت الراكد وهو الفرق بين الوقت المتأخر للحدث والوقت المبكر له.

الوقت المتأخر يرمز له بالرمز (ق٢) وهو الوقت الذي يجب أن لا يتأخر عنه تنفيذ النشاط حيث يتم الانتهاء من المشروع بالكامل في الوقت المحدد، ويحسب عن طريق البدء من نهاية الشبكة حتى نصل إلي أولها وذلك بجمع الزمن من نهاية المشروع وحتى الحدث ثم طرحه من المجموعة الكلي لتحقيق المشروع.

الوقت المبكر للحدث ويرمز له بالرمز (ق١) وهو الفترة التي يجب أن تمر من حدث بداية المشروع حتى يتحقق الحدث أو هو أطول مسار بين حدث البادية حتى الحدث المطلوب حساب الوقت المبكر له ويتم حسابه وفقاً للخطوات التالية:

تعين المسارات المختلفة التي تصل هذا الحدث بحدث بداية الشبكة.

حديد وقت كل مسار من هذه المسارات.

وقت أطول مسار من هذه المسارات هو الوقت المبكر.

يتكون المشروع عادة من مجموعة من العمليات والفعاليات والتي يجب أن تنفذ في وقت محدد لتحقيق الأهداف المطلوبة من المشروع، ولما كانت المشاريع المختلفة والمؤسسات المختلفة تتسم بكبر الحجم وارتفاع التكاليف فإن عملية التخطيط المسبقة للمشروع يجب أن تحظى بقدر كبير من الأهمية والاهتمام.

وسوف نتناول في هذا الباب التخطيط الشبكي لإدارة وتنفيذ العمليات بأقصر زمن ممكن وبأقل تكلفة وذلك من خللا تجزئة المشروع أي إلي عمليات بسيطة ثم وضعها على شكل شبكة تعكس ترتيب جميع العمليات وتوضع العلاقة بينها وتسلسل تنفيذها.

نماذج شبكات الأعمال:

المفاهيم الأساسية:

كثير من المشاكل والمشاريع التي تتسم بالتعقيد يمكن أن نعبر عنها على شكل شبكة أعمال، وترجع أهمية دراسة شبكات الأعمال إلي وجود العديد من المشكلات العملية الهامة التي يمكن تركيبها أو التعبير عنها في صورة شبكات أعمال، حيث أن حل تلك المشكلات يكون أسهل وأيسر إذا كان هناك إلماماً بالقواعد التي نتعامل بها مع شبكات الأعمال.

ويجدر الذكر إلي أن هناك كثيراً من مشاكل البرمجة الخطية التي يمكن التعبير عنها على صورة شبكات أعمال يكون حلها أيسر مقارنة بنماذج البرمجة الخطية.

تعريف شبكة الأعمال:

تعريف شبكة الأعمال على أنها مجموعة من النقاط وخطوط تصل تلك النقطة ببعضها حيث أن كل نقطة ترتبط بنقطة أو أكثر من خلال مجموعة الخطوط، ويمكن تقسيم نماذج شبكات الأعمال إلي الأنواع الرئيسية التالية:

١/ نماذج أقصر الطرق:

تستخدم هذه النماذج عند الرغبة في تحديد أقصر طريق بين نقطتين أو أقصر طريق بين نقطة معينة وجميع النقاط الأخرى في شبكة الأعمال أو أقصر طريق بين كل نقطتين في شبكة الأعمال.

٢/ نماذج أقصى تدفق:

تستخدم هذه النماذج لتحديد أقصى تدفق من الأرباح يمكن أن تحققه شبكة الأعمال.

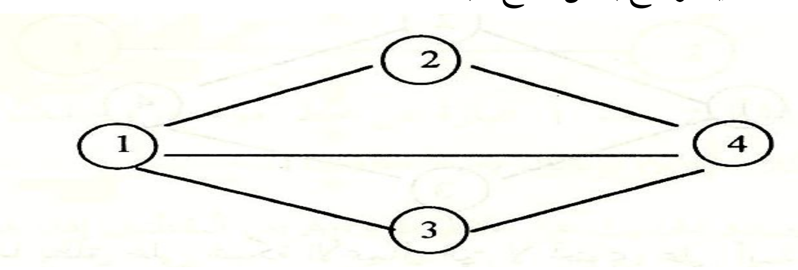
٣/ نماذج شبكة أعمال الأنشطة:

وهذه النماذج تهدف إلي تحديد الأنشطة المتتابعة والمتوازية، وتحديد الوقت لكل نشاط والتعرف على المسار (المسارات) الحرجة، ومن أهم نماذج شبكة أعمال الأنشطة:

نموذج المسار الحرج.

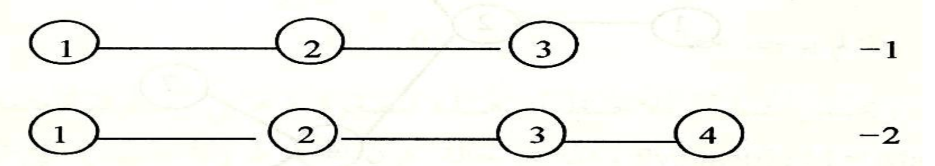
نموذج بيرت.

الأشكال التالية توضح بعض نماذج شبكات الأعمال.

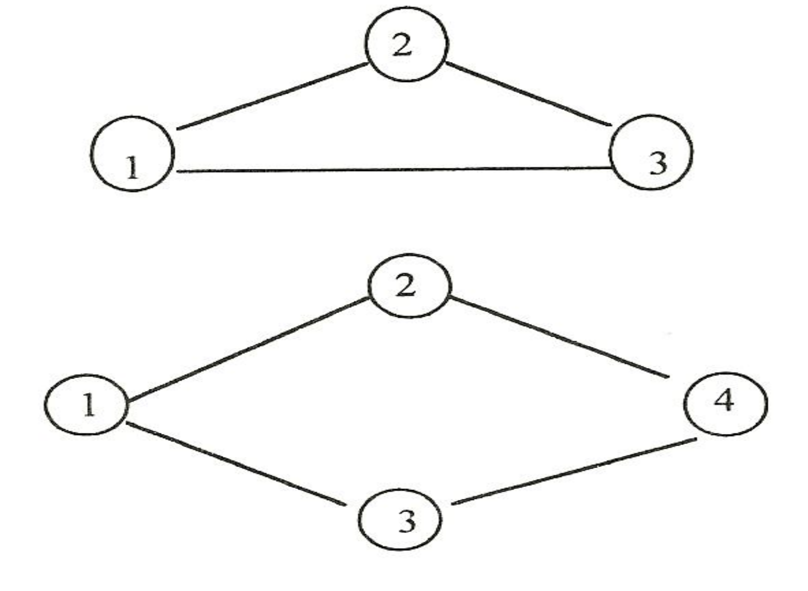


الدوائر ذات الأرقام في الشكل تعبر عن النقطة Verticies, Nodes وقد تشير هذه النقطة إلي موقع معين أو مدينة معينة أو مرحلة معينة، كما أن كل خط يصل بين دائرتين يسمى Event, Arc حيث يمكن أن يشير هذا الخط إلي المسافة بين النقطتين أو إلي عدد الوحدات أو إلي التكلفة بين نقطتين.

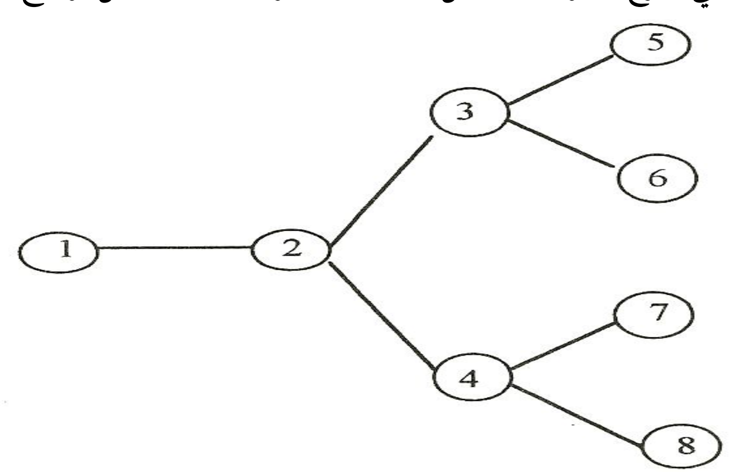
وتسمى مجموعة الخطوط المتتابعة التي تربط بين أي نقطتين باسم السلسلة ومن الأمثلة عليها:



يطلق على سلسلة الخطوط التي تصل نقطة تقاطع بنفسها تكرار Loop والشكل التالي يوضح ذلك:



وكما يطلق علي شبكة الأعمال التي لا تحتوي على أية خطوط تؤدي إلي إيصال نقطة بنفسها والتي تتفرع خطوطها عند كل نقطة لفظ شجرة Tree والشكل يوضح ذلك:



في جميع النماذج السابقة على الشبكات لاحظنا أنه لا يوجد أية إشارة لاتجاه سير الخط بين أي نقطتين، وفي هذه الحالة نطلق على هذه الخطوط خطوط غير موجهة Undirected Arc ولكن إذا تم رسم أي خط في الشبكة على صورة سهم للإشارة للاتجاه فإن ذلك الخط يعتبر خطأ موجهاً Directed Arc والشكل التالي يوضح هذا المفهوم.



ويبين أن الخط ٢←١ عبارة عن خط موجه، ويختلف عن الخط بالرغم من أن كلاً الخطين يربطان بين النقطة ١،٢.

وبما أننا بصدد الحديث عن الخطوط Arcs بين النقطتين إذن يمكننا التعبير عن أي خط (حدث) بين النقطتين على شكل زوج مرتب (I, J) حيث يمثل (I) نقطة بداية الخط (الحدث) وتمثل (J) نقطة نهاية ذلك الخط، أي أنه يمكننا أن نعبر عن أي شبكة أعمال بمصفوفة.

$A = (a_{ij})$

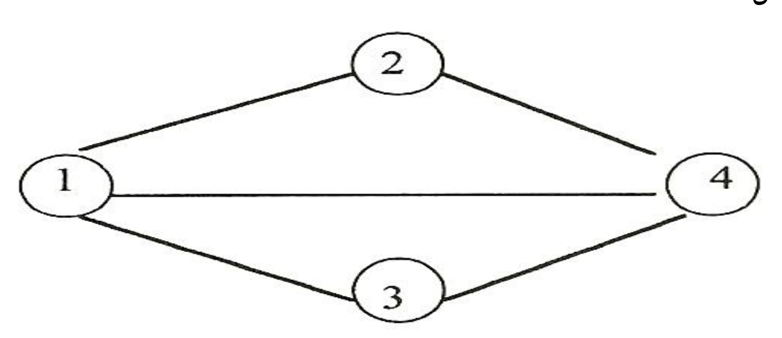
حيث أن:

إذا وجد خط بين النقطتين I, J ١ = a_{ij}

إذا لم يوجد خط ٠ = a_{ij}

ويجدر بنا أن نلاحظ أن هذه المصفوفة هي مصفوفة متماثلة وهذا في حالة كون الخطوط (الأحداث) التي تربط بين النقط أحداثاً غير موجهة.

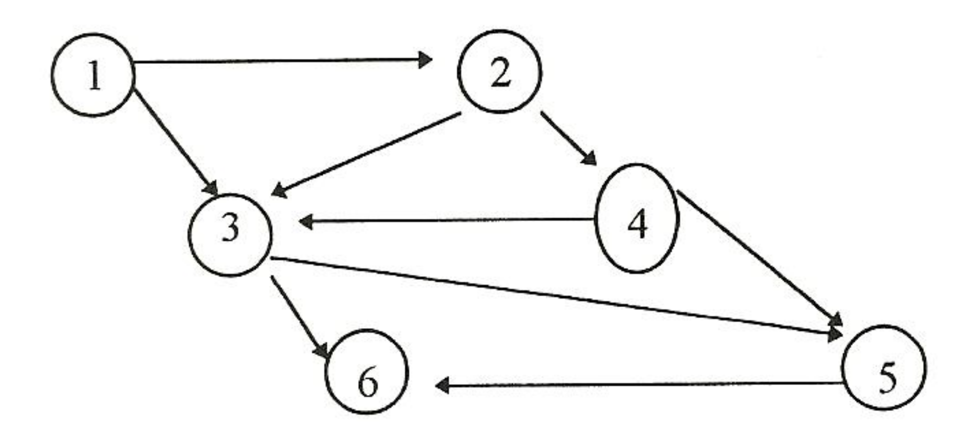
مثل:



المصفوفة التي تمثل هذه الشبكة هي:

وأيضاً يمكننا تمثيل أية شبكة أعمال خطوطها (أحداثها) موجهة ضمن مصفوفة مربعة ولكن غير ولكن غير متماثلة.

مثال:



المصفوفة التي تمثل هذه الشبكة هي:

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	0	0	0
2	0	0	1	1	0	0
3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	1	0
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0

نلاحظ أن المصفوفة مربعة غير متماثلة وأن الصف السادس في المصفوفة كله أصفار وذلك لأنه لا يوجد أي خط متجه يخرج من النقطة ٦ إلي أي نقطة أخرى، وكذلك لا يوجد أي خط متجه يدخل إلي النقطة ١ من أية نقطة أخرى.

إلا أنه لو كانت هذه الخطوط الموجهة لها أطوال (قيم) معينة فإننا نقدر على تمثيل هذه القيم ضمن مصفوفة تسمى مصفوفة السعة، ويجد الملاحظة إلي أن أي خط موجه (×) بين أي نقطتين (I)، (J) ويجب أن يتبع القاعدة التالية:

$0 \leq X_{ij} \quad C_{ij}$

حيث يمثل C_{ij} السعة، وتوضع مساوية لأكبر رقم في المصفوفة A.

مثال:

C =

	1	2	3	4	5	6
1	0	7	5	0	0	0
2	0	0	2	3	0	0
3	0	0	0	0	4	8
4	0	0	8	0	2	0
5	0	0	0	0	0	6
6	0	0	0	0	0	0

أولاً: طريقة المسار الحرج:

يعرف المسار الحرج على أنه أطول المسارات وقتاً على شبكة المشروع ويعتبر المسار الأكثر أهمية وخطورة في شبكة المشروع، وتعتمد طريقة المسار الحرج على تحديد مجموعة الأنشطة التي يجب أن تعطى اهتماماً خاصاً في تخطيط المشروع، وتسمى هذا الأنشطة (الوظائف) بالوظائف الحساسة (الحرجة).

أي أن مجموع أزمان أنشطة المسار الحرج يعبر عن أطول وقت يمكن أن ستغرقه المشروع بحيث لا يمكن أن يتأخر المشروع عن ذلك الوقت، ومن أجل تحديد المسار الحرج على شبكة المشروع نتبع الخطوات التالية:

تحديد أنشطة المشروع وتحديد العلاقات بين هذه الأنشطة بالإضافة إلي تحديد الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط.

رسم شبكة المشروع مع مراعاة تسلسل تنفيذ الأنشطة تبعاً للعلاقات بينها.

تحديد الزمن المبكر للبدء (وقت البداية) لكل نشاط ويساوي مجموع الأزمنة التي تسبق النشاط، دائماً يكون يساوي صفر لأول نشاط (أنشطة) في بداية المشروع.

تحديد الزمن المبكر للإنجاز (الإنهاء المبكر) لكل نشاط ويساوي مجموع الأزمنة التي تسبق النشاط + مدة إنجاز النشاط نفسه.

تحديد البداية المتأخرة لكل نشاط ويساوي أقصى تأخير (تأجيل) في الأزمان المبكرة للأنشطة بحيث لا يؤثر ذلك التأخير على إنجاز المشروع.

حديد النهاية المتأخرة للإنجاز لكل نشاط، ويساوي زمن البداية المتأخرة للنشاط + مدة إنجاز النشاط نفسه.

تحديد الوقت الفائض = زمن البداية المتأخر – الزمن المبكر للبدء = زمن النهاية المتأخرة للإنجاز – الزمن المبكر للإنجاز.

ويمثل الوقت الفائض الفترة الزمنية التي يمكننا بمقدارها تأخير البدء بتنفيذ وظيفة أو مجموعة من الوظائف دون أن يؤدي هذا التأخير إلي تأخير في إنجاز المشروع.

مثال: في دراسة أولية وجدت إدارة إحدى المؤسسات انخفاضاً مستمراً في حجم المبيعات للأشهر الماضية لسلعة رئيسية من السلع التي تقوم بإنتاجها، وقد وضعت إدارة المؤسسة خطة كاملة لمعالجة أسباب الانخفاض في حجم المبيعات وتمثلت الخطة بالتفصيلات الآتية، المطلوب حساب الزمن المبكر للبدء، الزمن المبكر للإنجاز، تحديد المسار الحرج؟؟

	(الوظيفة) النشاط	الزمن / بالأسبوع
١	جمع البيانات الإحصائية	٢
٢	جمع المعلومات الميدانية	٥
٣	جمع البيانات والمعلومات	٣
٤	إعداد خطة للدعاية والإعلان	٦
٥	إعداد خطة لتطوير السلع	٤
٦	تنفيذ خطة تطوير السلع	١٠
٧	تنفيذ خطة الدعاية والإعلان	٤
٨	إنتاج وتسويق السلعة	١٠

الحل: من المعلومات السابقة يمكننا تكوين الجدول التالي:

	تفصيل النشاط (الوظيفة)	**النشاط**	**النشاطات السابقة**	**الزمن بالأسابيع**
١	جمع البيانات الإحصائية	A	–	٢
٢	جمع المعلومات الميدانية	B	–	٥
٣	جمع البيانات والمعلومات	C	A.C	٣
٤	إعداد خطة للدعاية والإعلان	D	C	٦
٥	إعداد خطة لتطوير السلع	E	C	٤
٦	تنفيذ خطة تطوير السلع	F	D	١٠
٧	تنفيذ خطة الدعاية والإعلان	G	E	٤
٨	إنتاج وتسويق السلعة	H	F.G	١٠

من المعلومات الواردة في هذا الجدول يمكننا رسم شبكة الأعمال للمشروع وحساب الزمن المبكر للبدء والزمن المبكر للإنجاز لكل نشاط (وظيفة) للمشروع كما يلي: يمكن حساب الزمن المبكر للبدء والزمن المبكر للإنجاز من المعلومات المبنية بالجدول السابق.

النشاط	الزمن / أسبوع	الزمن المبكر للبدء	الزمن المبكر للإنجاز
A	٢	٠	٢
B	٥	٠	٥
C	٣	٥	٨
D	٦	٨	١٤
E	٤	٨	١٢
F	٧	١٤	٢١
G	٤	١٢	١٦
H	١٠	٢١	٣١

الزمن المبكر للبدء للنشاط = مجموعة الأزمنة التي تسبق النشاط.

الزمن المبكر للبدء للنشاط (A) = ٠

الزمن المبكر للبدء للنشاط (B) = ٠

الزمن المبكر للبدء للنشاط (C) = ٥

الزمن المبكر للبدء للنشاط (D) = الزمن المبكر للبدء للنشاط (C) = + الزمن المبكر للبدء للنشاط (C) = ٥ + ٣ = ٨.

الزمن المبكر للبدء للنشاط (F) = الزمن المبكر للبدء للنشاط (D) = + الزمن المبكر للبدء للنشاط (D) = ٦ + ٨ = ١٤.

وهكذا نحسب الزمن المبكر للبدء لبقية الأنشطة.

الزمن المبكر للإنجاز للنشاط = مجموع الأزمنة التي تسبق النشاط + مدة إنجاز النشاط نفسه.

الزمن المبكر للإنجاز للنشاط (A) = ٠ + ٢ = ٢.

ويمكن أن نجد الزمن المبكر للإنجاز للنشاط على الشكل التالي:

الزمن المبكر للإنجاز للنشاط = الزمن المبكر للبدء للنشاط نفسه + زمن النشاط نفسه.

مثال:

الزمن المبكر للإنجاز للنشاط (E) = ٨ + ٤ = ١٢.

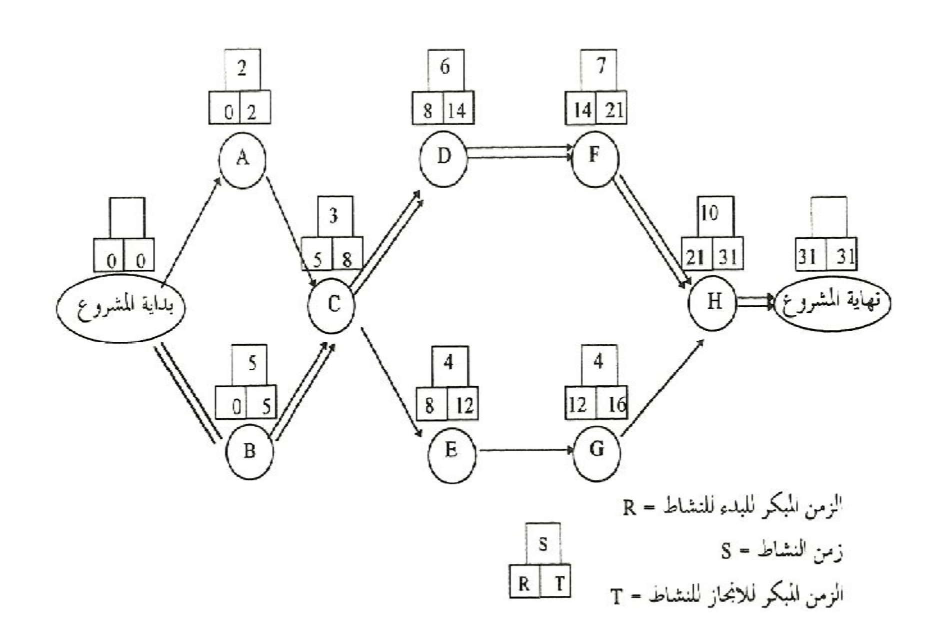
الزمن المبكر للإنجاز للنشاط (F) = ٤ + ١٧ = ٢١

وهكذا لبقية الأنشطة.ومن الجدول السابق نلاحظ بأن أطول زمن مبكر للإنجاز تحت الدراسة يساوي (٣١) أسبوعاً وهذه هي المدة الزمنية للمسار الحرجة في الشبكة أي أن الأنشطة (الوظائف) B, C, D, E, H تعتبر أنشطة (وظائف) حرجة (حساسة) أي أن أي تأخير في إنجاز أي منها يؤدي إلي تأخير في إنجاز المشروع.ونلاحظ كذلك أن الزمن المبكر للبدء للنشاطين A, B يساوي صفر وذلك لأنه لا يسبقها أي نشاط.

ملاحظة: إن الزمن المبكر للبدء لنشاط (وظيفة) ما يكون أكبر من أزمنة البدء المبكرة لجميع الأنشطة السابقة للنشاط المعني، وهذا لاحظناه عند حساب الزمن المبكر للبدء للنشاط (C)

= ٠ + ٢ = ٢

= ٠ + ٥ = ٥ نأخذ أكبر زمن ويساوي (٥).



زمن البدء المتأخر وزمن الإنجاز المتأخر:

يمكننا أن نحسب زمن البدء المتأخر وزمن الإنجاز المتأخر للأنشطة (الوظائف) المختلفة من خلال طريقة المسار الحرج.

زمن البدء المتأخر، هو آخر موعد مسموح به للبدء بنشاط (بوظيفة) معينة أو مجموعة من الأنشطة دون أن يؤدي هذا الموعد إلي تأخير في إنجاز المشروع.

زمن الإنجاز المتأخر: هو آخر موعد مسموح به لإكمال إنجاز نشاط (وظيفة) أو مجموعة من الأنشطة دون أن يؤدي هذا الموعد إلي تأخير إنجاز المشروع.

حساب زمن البدء المتأخر وزمن الإنجاز المتأخر:

زمن الإنجاز المبكر لآخر نشاط في شبكة الأعمال = زمن الإنجاز المبكر للمشروع ككل = زمن الإنجاز المتأخر للمشروع.

ففي مثالنا السابق زمن الإنجاز المبكر لآخر نشاط = (٣١) أسبوعاً = ومن الإنجاز المتأخر للمشروع. (أي نبدأ من آخر الشبكة إلي بدايتها في عملية الحساب).

بعد أن نحدد زمن الإنجاز المتأخر لآخر وظيفة نحسب زمن البدء المتأخر للنشاط المعني كما يلي:

زمن البدء المتأخر للنشاط = زمن الإنجاز المتأخر للنشاط – المدة الزمنية اللازمة لإنجاز نفس النشاط.

ويجدر ملاحظة أن زمن الإنجاز لنشاط (الوظيفة) ما أقل زمن من أزمنة البدء المتأخرة لجميع الأنشطة (الوظائف) اللاحقة للنشاط المعني.

الجدول التالي يشير إلي حساب الأزمنة المختلفة للمشروع.

النشاط	الزمن بالأسبوع	المبكر للبدء	الإنجاز المبكر	البدء المتأخر	الإنجاز المتأخر
A	٢	٠	٢	٣	٥
B	٥	٠	٥	٠	٥
C	٣	٥	٨	٥	٨
D	٦	٨	١٤	٨	١٤
E	٤	٨	١٢	١٣	١٧
F	٧	١٤	٢١	١٤	٢١
G	٤	١٢	١٦	١٧	٢١
H	١٠	٢١	٣١	٢١	٣١

من الجدول نلاحظ بأن:

زمن النشاط (H) – زمن الإنجاز المتأخر للنشاط (H) = زمن البدء المتأخر للنشاط (H) = ٣١ – ١٠ = ٢١.

زمن الإنجاز المتأخر لنشاط (G) = ٢١.

زمن الإنجاز المتأخر للنشاط (F) = ٢١.

وذلك لأن النشاطين (G, F) هي أنشطة سابقة للنشاط (H) وهو آخر موعد مسموح به لإنجاز النشاط إذا أريد أن ينجز المشروع في موعده المحدد.

زمن النشاط (G) – زمن الإنجاز المتأخر للنشاط (G) = زمن البدء المتأخر للنشاط (G) = ٢١ – ٤ = ١٧.

زمن النشاط (F) – زمن الإنجاز المتأخر للنشاط (F) = زمن البدء المتأخر للنشاط (F) = ٢١ – ٧ = ١٤.

كذلك نلاحظ بأن النشاطين (E, D) لاحقين للنشاط (C) وعليه فإن زمن الإنجاز المتأخر للنشاط (C) هو زمن البدء المتأخر للنشاط (D) وهو آخر موعد مسموح به البدء المتأخر للنشاط (D) أيضاً إذا أريد للمشروع الإنجاز في موعده المحدد.

الزمن الفائض:

هو عبارة عن المدة الزمنية التي يمكن بمقدارها تأخير البدء بتنفيذ نشاط أو مجموعة من الأنشطة دون أن يؤدي ذلك إلي تأخير في إنجاز المشروع، وترجع أهميته في عملية تحليل الشبكات لأن الموارد المادية والبشرية المخصصة للأنشطة التي تتضمن زمناً فائضاً بالإمكان تخصيصها إلي الأنشطة الحساسة (الحرجة) التي لا تتضمن زمناً فائضاً، لمدة زمنية تتحدد بالزمن الفائض للأنشطة غير الحساسة التي تتضمن زمناً فائضاً بهدف تحصيل تنفيذ المشروع ككل.

حساب الزمن الفائض:

الزمن الفائض لأي نشاط = زمن البد المتأخر للنشاط – الزمن المبكر للبدء للنشاط (نفسه).

أو = زمن الإنجاز المتأخر – زمن الإنجاز المبكر للنشاط نفسه.

الجدول التالي يبين حساب الزمن الفائض للأنشطة في المثال السابق:

النشاط (١)	الزمن بالأسبوع (٢)	المبكر للبدء (٣)	الإنجاز المبكر (٤)	البدء المتأخر (٥)	الإنجاز المتأخر (٦)	الزمن الفائض (٣-٥) أو (٤-٦)
A	٢	٠	٢	٣	٥	٣
B	٥	٠	٥	٠	٥	٠
C	٣	٥	٨	٥	٨	٠
D	٦	٨	١٤	٨	١٤	٠
E	٤	٨	١٢	١٣	١٧	٥
F	٧	١٤	٢١	١٤	٢١	٠
G	٤	١٢	١٦	١٧	٢١	٥
H	١٠	٢١	٣١	٢١	٣١	٠

نلاحظ من الجدول أنه يوجد عندنا ثلاثة أنشطة (وظائف) لها زمن فائض حيث نجد أن النشاط (A) له زمن فائض ثلاثة أسابيع، النشاطين (E, G) لكل منهما زمن فائض خمسة أسابيع.

أي أن هذه الأنشطة (A, E, G) هي أنشطة يمكن للإدارة أن تؤخر تنفيذها كل بمقدار الزمن الفائض له ولا يؤثر ذلك على تأخير إنجاز المشروع، وكذلك نلاحظ بأن الأنشطة (B, C, D, F, H) الزمن الفائض لكل منها يساوي صفر، أي ليس لها أزمان فائضة وذلك لأنها أنشطة حرجة (تقع على المسار الحرج) أي أنها لا تحتمل أي تأخير في إنجازها لأن ذلك سيؤدي إلي تأخير إنجاز المشروع في موعده المقرر.

ونلاحظ بأن هذه الأنشطة الحرجة (الواقعة على المسار الحرج) الزمن المبكر للبدء = زمن البدء المتأخر.

وكذلك زمن الإنجاز المبكر = زمن الإنجاز المتأخر.

ويمكننا إيجاد المسار الحرج باستخدام الشبكة وذلك باختيار أطول مسار من المسارات المختلفة بعد إيجاد أطوال هذه المسارات.

وفي مثالنا السابق نجد المسارات:

(A, C, D, F, H).
$2 + 3 + 6 + 7 + 10 = 28$
(A, C, E, G, H)
$2 + 3 + 4 + 4 + 10 = 23$
(B, C, E, G, H)
$5 + 3 + 6 + 7 + 10 = 31$
(B, C, E, G, H)
$5 + 3 + 4 + 4 + 10 = 26$

المسار الثالث (H, F, D, C, B) هو أطول المسارات وعليه فإنه يمثل المسار الحرج وجميع الأنشطة الواقعة على هذا المسار تمثل الأنشطة الحرجة.

مثال:

تنوي إحدى شركات المقاولات تنفيذ مشروع معين وفيما يلي الأنشطة المطلوبة والوقت المطلوب لإنجاز كل منها.

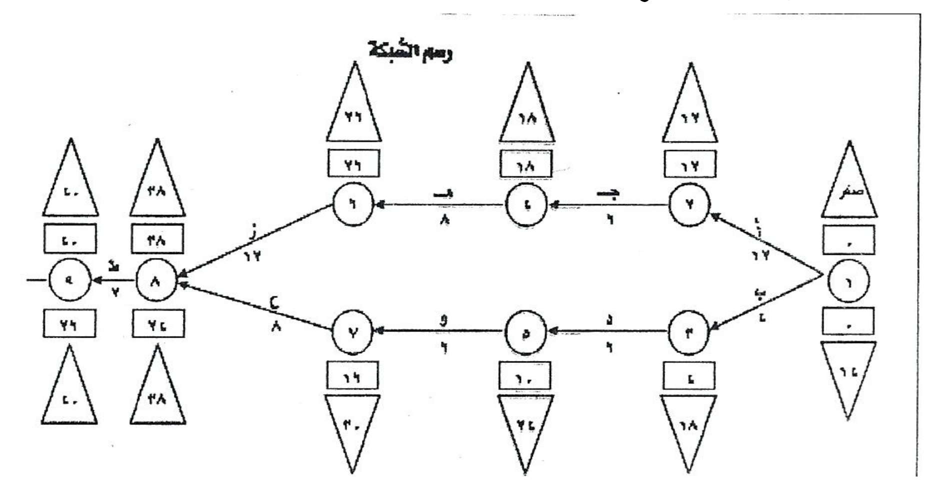
رمز النشاط	وقت النشاط	الأنشطة السابقة له	الزمن بالشهر
أ	الأساسات والقواعد	–	١٢
ب	الأعمدة والأسقف	–	٤
ج	بناء الجدران	أ	٦
د	أعمال السباكة والصرف	ب	٦
هـ	الحوائط	ج	٨
و	النجارة	د	٦
ز	البلاط	هـ	١٢
ح	الدهان	و	٨
ط	تركيب الأدوات الكهربائية	ز، ح	٢
ي	تركيب الأدوات الصحية	ط	٤

المطلوب:

رسم الشبكة.

تحديد الوقت اللازم لتنفيذ هذا المشروع.

تحديد الأوقات الراكدة للأحداث.



تحديد زمن الأنشطة:

رمز النشاط	النشاط	الزمن بالشهر
أ	١–٢	١٢
ب	١–٣	٤
ج	٢–٤	٦
د	٣–٥	٦
هـ	٤–٦	٨
و	٥–٧	٦
ز	٦–٨	١٢
ح	٧–٨	٨
ط	٨–٩	٢
ي	٩–١٠	٤

٣/ تحديد وقت الانتهاء من المشروع (نوع المسارات):

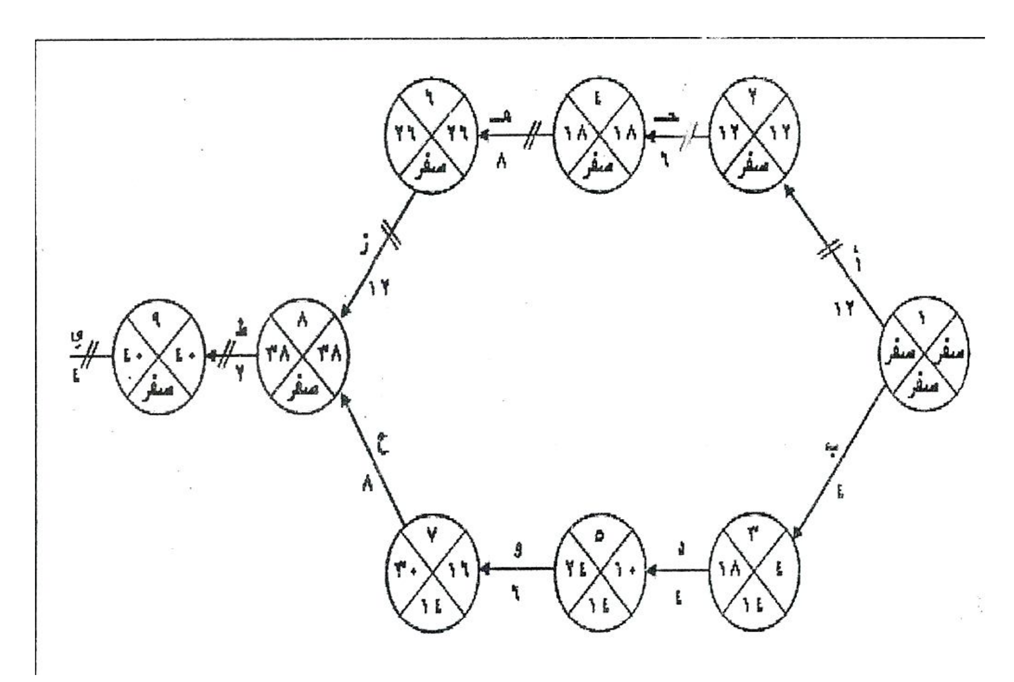
المسار	الزمن بالشهور	نوع المسار
١-٢-٤-٦-٨-٩-١٠	٤٤	حرج
١-٣-٥-٧-٨-٩-١٠	٣٠	غير حرج

٤/ تحديد الوقت الراكد للأحداث وذلك من خلال الجدول التالي:

رقم الحدث	الوقت المتأخر ق٢	الوقت المبكر ق١	الوقت الراكد ر
١	صفر	صفر	صفر
٢	١٢	١٢	صفر
٣	١٨	٤	١٤
٤	١٨	١٨	صفر
٥	٢٤	١٠	١٤
٦	٢٦	٢٦	صفر
٧	٣٠	١٦	١٤
٨	٣٨	٣٦	صفر
٩	٤٠	٤٠	صفر
١٠	٤٤	٤٤	صفر

ولزيادة الإفصاح فإن أحياناً يتم التعبير عن كل ما يخص النشاط من رقم الحدث والوقت المتأخر والوقت المبكر له والوقت الراكد وذلك في الدوائر التي تعبر عن رقم الحدث وفي هذه الالة توضع // على أنشطة المسار الحرج وتأخذ الدوائر الشكل التالي:





وبالتطبيق على المثال السابق نجد أن الشبكة تأخذ الشكل التالي:

ثانياً: تقييم ومراجعة المشروعات (أسلوب بيرت):

في عام ١٩٥٧ كانت كثير من المشاريع في البرنامج الأمريكي شبه مخفقة في تقديم المعلومات التي كانت ضرورية للرقابة الفعلية واتخاذ القرارات، لذا قام فريق متخصص بوضع نظام لتقييم التقدم في هذه المشاريع وأطلق علي هذا النظام اسم بيرت Pert وترمز إلي Program Evaluation and Review Technique وأول تطبيق لهذا النظام كان في وزارة الدفاع الأمريكية وإدارة أبحاث الفضاء NASA.

ويعتبر أسلوب PERT أحد الأساليب التي تستخدمها الإدارة في عمليات الرقابة والتخطيط في المشروعات الكبيرة والمعقدة، حيث أن عمليات التخطيط والتنظيم والرقابة ضرورية لأي مشروع بغض النظر عن نوعيته وهدفه وتعقد عملياته، ويمكن أن نبين هنا أن العمليات يمكن أن تكون:

عمليات تكرر مرة بعد مرة وفترة بعد أخرى بتغير بسيط أو بدون أي تغير، وفي هذه العمليات تكون الحاجة إلي PERT ضئيلة لأن الإدارة تملك الخبرة والبيانات الكافية.

عمليات غير متكررة، لم تحدث من قبل بنفس الطريقة.

فمثلاً تصميم سيارة جديدة هو أساساً عملية تحدث مرة واحدة أما عند إنتاجنا للسيارات في خط التجميع فهو يمثل العمل المتكرر.

تعريف شبكة بيرت: PERT

هي عبارة عن طريقة للتقليل من التأخير والإعاقة والتضارب الذي يصاحب عملية الإنتاج، وللتنسيق بين الأجزاء المختلفة للعمل، ويساعد الإدارة في مجالات التخطيط والرقابة وخاصة في المشروعات الكبيرة والمعقدة وفي تقليل الأعطال التي تحدث في الإنتاج، والتنسيق والإسراع في إنجاز المشروعات خلال فترة زمنية محددة، وعند ذكر أسلوب PERT فإننا نتحدث حول تعريفين (تصويرين):

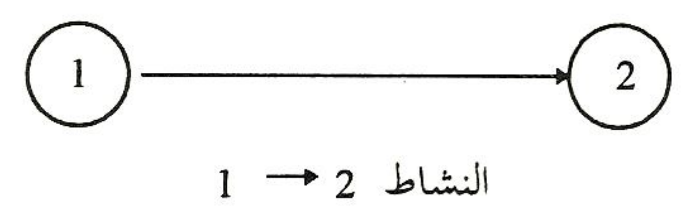
١/ الأحداث: Events

يشير الحدث إلي إنجاز مرحلة معينة من الشروع عن نقطة محددة (معروفة) من الزمن.

٢/ الأنشطة: Activities

النشاط هو العمل اللازم لإتمام حدث معين.

وعند رسم شبكة بيرت نرمز إلي الحدث بدائرة وللنشاط بسهم متجه يصل بين دائرتين، وعند إعداد هذه الشبكة فإننا نقوم أولاً بتحليل المشروع إلي أعمال (Tasks) حيث أن الشبكة تمثل المشروع بأكمله كسلسلة من الأحداث مربوطة بأنشطة، وترقم الأحداث بحيث تسير الأسهم من الرقم الأقل (الحدث الأول) إلي الرقم الأعلى (الحدث التالي).



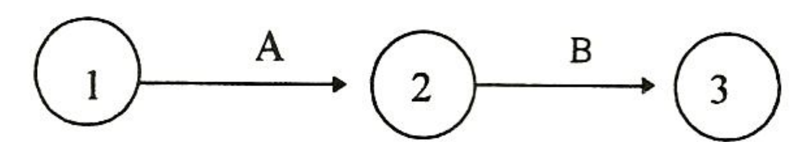
النشاط 2 ← 1

يجب الملاحظة أن النشاط لا يبدأ إلا بعد وقوع الحدث الذي يسبقه، أي أن النشاط لا يبدأ بعد إتمام جميع الأنشطة التي تنتهي عند الحدث الذي يبدأ منه (الحدث السابق له) ويمكن أن نقسم الأنشطة إلي مجموعتين رئيسيتين:

١/ أنشطة متعاقبة: Sequence Activities

وهي الأنشطة التي تحدث في ترتيب متعاقب.

مثال:

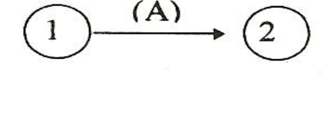


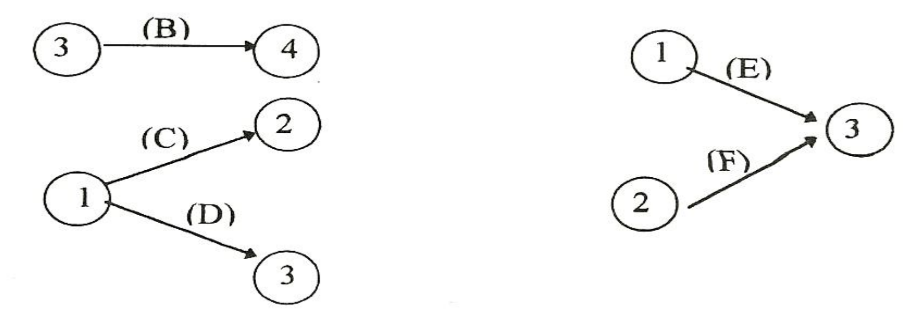
النشاط (B) يعقب النشاط (A)، أي لا يمكن تنفيذ النشاط (B) إلا بعد تنفيذ النشاط (A).

٢/ أنشطة متوازية: Parallel Activities

وهي الأنشطة التي يتم تنفيذها في نفس الوقت بحيث يتم نشاطين أو أكثر في وقت واحد.

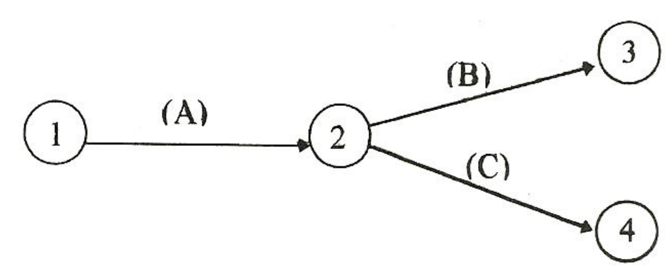
مثال:





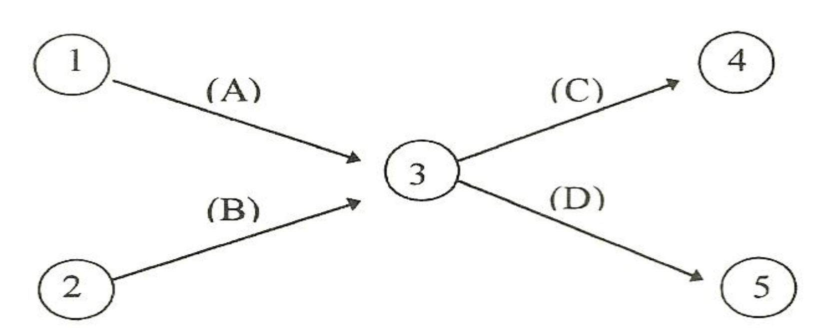
ويمكن أن تجمع شبكة بيرت PERT بين الأنشطة المتعاقبة والأنشطة المتوازية في نفس الوقت.

مثال:



النشاطين (B, C) لاحقين للنشاط (A) ولا يمكن بدء أي منهما إلا إذا تم النشاط (A) وبنفس الوقت هما نشاطين متوازيان.

مثال:



النشاطان (A, B) متوازية وكذلك الأنشطة (C, D) متوازية، ولكن لا يمكن أن يبدأ النشاطين (C, D) إلا إذا تم النشاطان (A, B).

أحياناً نحتاج إلي بعض الأنشطة وذلك لتوضيح بعض العلاقات التتابعية، مثلاً أن نشير إلي حدثا معينا لا يمكن أن يحدث قبل حدث آخر، ونرسم سهماً يربط بحيث الحدثين رغم علمنا بأنه لا يوجد نشاط حقيقي بين هذين الحدثين حيث أن هذا السهم يعبر عن نشاط وهمي Dummy Activity ويعرف النشاط الوهمي على أنه النشاط الذي لا يستغرق وقتاً ولا يحتاج إلي موارد (وقته = صفر) ويرسم بخطوط متقطعة لنميزه عن النشاط الحقيقي.

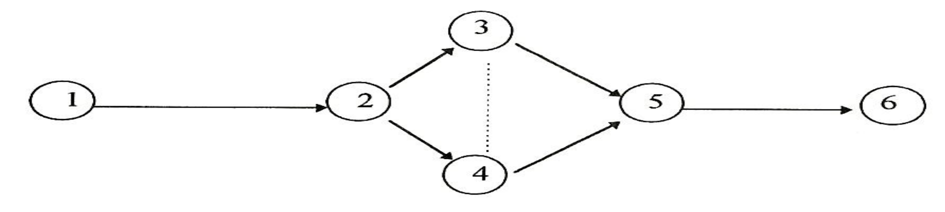
ويمكن أن نستخدم الأنشطة الوهمية في الحالات التالي:

للتعبير عن علاقات منطقية متتابعة بين الأنشطة المختلفة حيث لا يمكننا أن نعبر عنها بطريقة أفضل.

من أجل تفادي الربط بين حدثين بأكثر من نشاط حيث أنه يمكن أن يكون عندنا نشاطين متوازيين ولكن يجب أن لا يربطا بحدثين.

تستخدم الأنشطة الوهمية أحياناً للإيضاح، حيث يجب أن يكون للشبكة نقطة بداية واحدة ونقطة نهاية واحدة أيضاً.

مثال:



النشاط الوهمي من (٣) (٤)،

اعتبارات رسم شبكة بيرت: PERT

يمكن أخذ الاعتبارات التالية حدث (عمل) عند رسم الشبكة:

ما هو العمل الذي يجب أن يسبقه؟

ما هو العمل الذي يمكن أن يستمر في نفس الوقت؟

ما هو العمل الذي يليه؟

يمكن وضع التساؤلات التالية عند التعبير عن أي نشاط:

ما هو النشاط الذي يسبق ذلك النشاط؟

ما هي الأنشطة المتزامنة مع ذلك النشاط (تحدث في نفس الوقت)؟

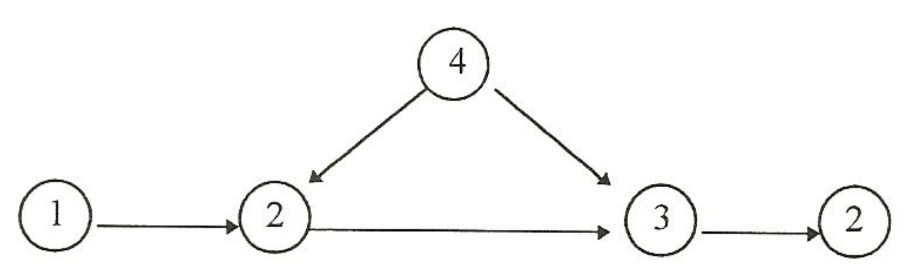
ما هي الأنشطة (النشاط) اللاحقة للنشاط؟

ماذا يحكم بداية النشاط؟

ماذا يحكم نهاية النشاط؟

يجب مراعاة أن يربط كل نشاط بين حدثين يكون رقم الحدث الذي يمثل بداية النشاط أقل من رقم الحدث الذي يمثل نهاية النشاط.

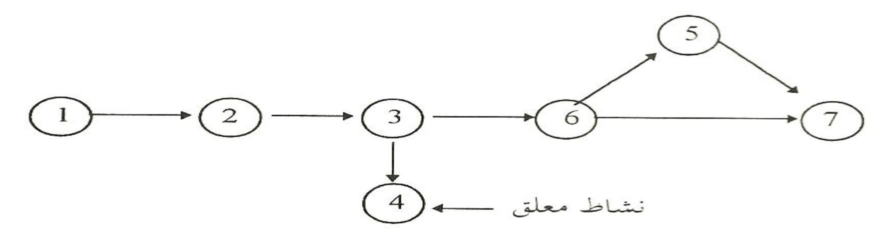
مثال:



النشاط (٤) (٢) نشاط غير منطقي ولذلك فإن النشاط (٢) (٣) لا يتم.

يجب التأكد من عدم وجود أنشطة معلقة Dangling Activities عن رسم الشبكة.

مثال:



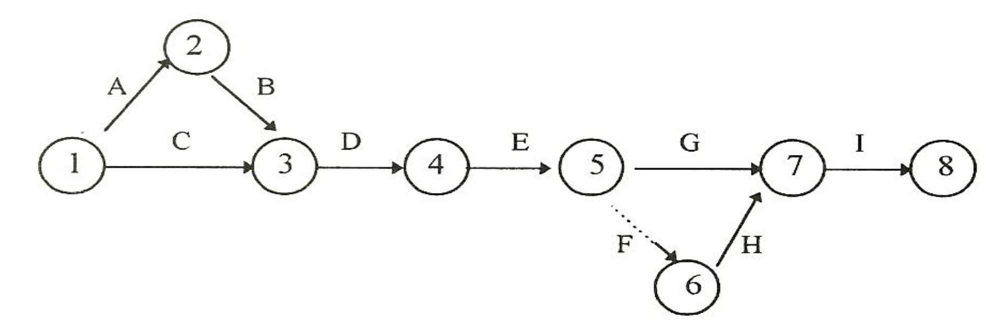
يجب التأكد من أن رقم الحدث لم يتكرر أكثر من مرة.

مثال:

استخدام المعلومات الواردة في الجدول التالي لرسم شبكة بيرت PERT؟

وصف النشاط	مساره		النشاط	رقم
استلام الموقع وتطهيره	٢	١	A	١
الحفر	٣	٢	B	٢
تحضير الأسمنت والرمل	٣	١	C	٣
وضع الأساسات	٤	٣	D	٤
إقامة المبنى	٥	٤	E	٥
نشاط وهمي	٦	٥	F	٦
توصيل الكهرباء	٧	٥	G	٧
أعمال النجارة	٧	٥	H	٨
الدهان	٨	٧	I	٩

بناء على الجدول السابق يمكننا رسم شبكة بيرت PERT كالآتي:



يمكننا ملاحظة أن النشاط (A) استلام الموقع وتطهيره والنشاط (C) تحضير الأسمنت والرمل هما نشاطان متوازيان وكذلك النشاطين (G) توصيل الكهرباء و(H) أعمال النجارة متوازيين بينما النشاط (B) الحفر لا يمكن أن يتم إلا بعد انتهاء النشاط (A) استلام الموقع وتطهيره.

تقدير الوقت المتوقع للنشاط:

نعلم أن تنفيذ أي نشاط يستغرق وقتا ويحتاج إلي موارد وتواجهنا في أسلوب بيرت PERT مشكلة تقدير الوقت لكل نشاط، خاصة وأن تقدير أي وقت فيه ظاهرة (حالة) عدم التأكد، ولذلك يمكن التعبير عن هذا الوقت المقدر على صورة توزيع احتمالي، ويتصف هذا التوزيع الاحتمالي بالصفات التالية:

احتمال صغير للوصول إلي أفضل تقدير متفائل (أقصر وقت) Optimistic Time.

احتمال صغير للوصول إلي أسوء تقدير متشائم (أطول وقت) Pessimistic Time.

أفضل وقت متوقع Most Likely (أكثر احتمالاً) يتراوح بين الوقت المتفائل والوقت المتشائم (أطول وقت).

القدرة على قيام عدم التأكد في التقدير.

ويمكن حساب الوقت المتوقع لكل نشاط حسب المعادلة التالية:

$$\text{ت.م} = \frac{\text{ت.ف} + 4\text{ت.ح} + \text{ت.ث}}{6}$$

حيث أن:

ت م: الوقت المتوقع للنشاط.

ت ف: الوقت المتفائل للنشاط.

ت ح: الوقت الأكثر احتمالاً للنشاط.

ت ث: الوقت المتشائم للنشاط.

وبعد تقدير هذه الأوقات يجب وضعها في نظام زمن موحد ويمكن تطبيقه، ويمكن الوصول إلي ذلك جبرياً بواسطة استخدام المتوسط الحسابي المرجح، ويجب أن يكون الترجيح المعطى للوقت المتوقع أكبر من الترجيح المعطى للوقت المتفائل والوقت المتشائم، الترجيح للوقت المتفائل والوقت المتشائم يعطي حسب الدالة التالية:

$$ق = \frac{أ + 4م + ب}{6}$$

حيث أن:

ق : الوقت المتوقع لإتمام النشاط.

أ: الوقت المتفائل.

م: الوقت المتوقع الأكثر احتمالا.

ب: الوقت المتشائم.

مثال:

نفرض أن تقديرنا لثلاثة أوقات في مشروع ما كالآتي:

أ = ٢، م = ١٠، ب = ١٣.

فإذا استخدمنا قانون المتوسط الحسابي المرجح نجد أن:

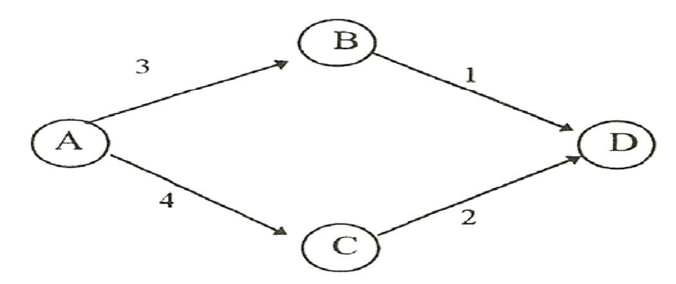
$$\frac{2+(4.10)+13}{2} = ٩,٢ \text{ أسبوع}$$

١/ أقرب وقت متوقع ق١ (الزمن المبكر للبدء).

يمتثل هذا الوقت بالوقت اللازم لإتمام عمل معين.

مثال:

ق١ = ٦



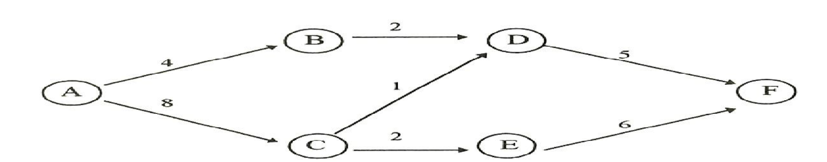
في الشكل السابق نجد مسارين يؤديان إلي الموقع (D) الوقت المستغرق في المسار (١) هو (٤) أسابيع، بينما الوقت المستغرق في المسار (٢) هو (٦) أسابيع وفي هذه الحالة نأخذ أطول وقت للمسار حيث يمثل هذا الوقت أقرب وقت متوقع.

وفي مثالنا يكون أقرب وقت متوقع ق١ = ٦ أسابيع (المسار الحرج).

٢/ آخر وقت مسموح به ق٢: (الزمن المبكر للإنجاز):

وهو آخر وقت يمكن لحدث أن يتم خلاله، ومع هذا فإنه لا يتدخل في أول حدث في الشبكة وأي حدث آخر يكون موضع استفسار دون أن يؤثر ذلك على إتمام المشروع.

مثال:



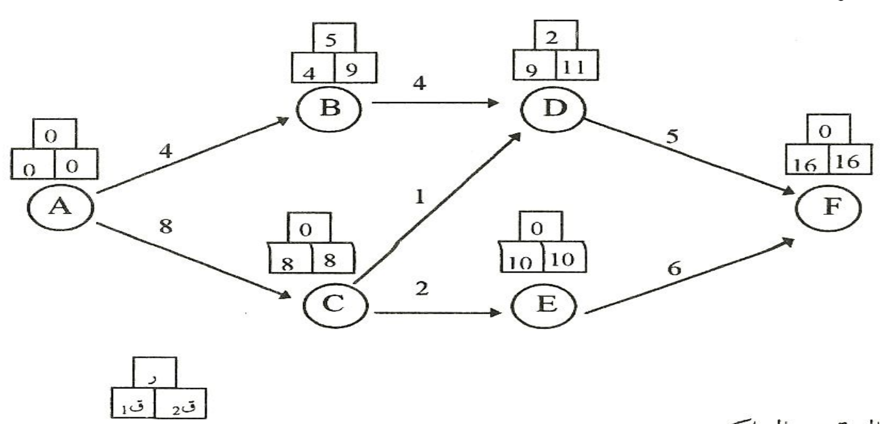
في هذا المثال (الشبكة) أقرب وقت متوقع ق١ لآخر حدث (F) يساوي (١٦) أسبوعاً والمسار الذي يمثل أطول مسار هو المسار A-C-E-F وهو نفس المسار الحرج (أفحص بقية المسارات في الشبكة).

ويمكن حساب (الزمن المبكر للإنجاز) آخر وقت مسموح به ق٢ تماماً بطريق المسار الحرج (المرور التراجعي).

٣/ الوقت الراكد Slack Time الوقت الفائض:

يحسب بنفس الطريقة التي اتبعت في طريقة المسار الحرج

الوقت الراكد (ر) = ق٢-ق١



الوقت الراكد = ر

اقرب وقت متوقع = ق1

آخر وقت مسموح به = ق2

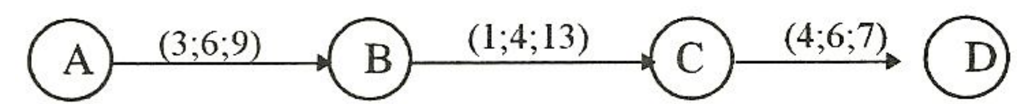
استخدام الاحتمالات في PERT:

نظراً إلي أنه لدينا ثلاثة تقديرات للوقت لكل نشاط فإنه يمكننا حساب الانحراف المعياري لهذه النشاط، الفرق بين الوقت المتفائل (أ) والوقت المتشائم (ب) يتمثل المسافة بين أقصى اليسار وأقصى اليمين لتوزيع أوقات النشاط الممكنة وهذه المسافة تمثل ∓ ٣ انحراف معياري.

(ب) – (أ) = ٦ انحراف معياري.

أي أن الانحراف المعياري لأي نشاط = $\frac{\text{ب}-\text{أ}}{6}$ = $\frac{\text{الوقت المتشائم}-\text{الوقت المفائل}}{6}$

مثال:



لحساب الانحراف المعياري لكل نشاط نشكل الجدول التالي:

الانحراف المعياري	ب-أ	ب	أ	النشاط
١	٦	٩	٣	A B
٢	١٢	١٣	١	B C
٠,٥	٣	٧	٤	C D

نلاحظ أن لدينا مقاييس تشتت للأنشطة حول الأوقات المتوقعة، وسوف يتضح فيما بعد كيف يؤدي الانحراف المعياري لمجموعة من الأنشطة المتصلة.

الخطة التالية: نحسب الوقت المتوقع لإتمام كل نشاط (ق) وأقرب وقت متوقع (ق١) لحدث نهاية الشبكة (D) كما هو مبين في الجدول الآتي:

الانحراف المعياري	الأوقات			النشاط
	م	ب	أ	
٦	٦	٩	٣	A B
٥	٤	١٣	١	B C
٥,٨	٦	٧	٤	C D

ق١: أقرب وقت متوقع للحدث (D) = مجموع الأوقات المتوقعة للأحداث السابقة ٦ + ٥ + ٥,٨ = ١٦,٨ أسبوعاً.

ولحساب الاحتمال الذي سيساعدنا في معرفة ما هي فرصتنا لإتمام المشروع في الوقت المحدد يمكن أن نبدأ في حساب الانحراف المعياري للحدث الأخير في هذه الشبكة (الحدث (D)) ولحساب الانحراف المعياري للحدث (D) الأخير لعدة أنشطة متتابعة نأخذ الجذر التربيعي لمجموع مربع الانحراف المعياري لكل نشاط على حدة.

في مثالنا:

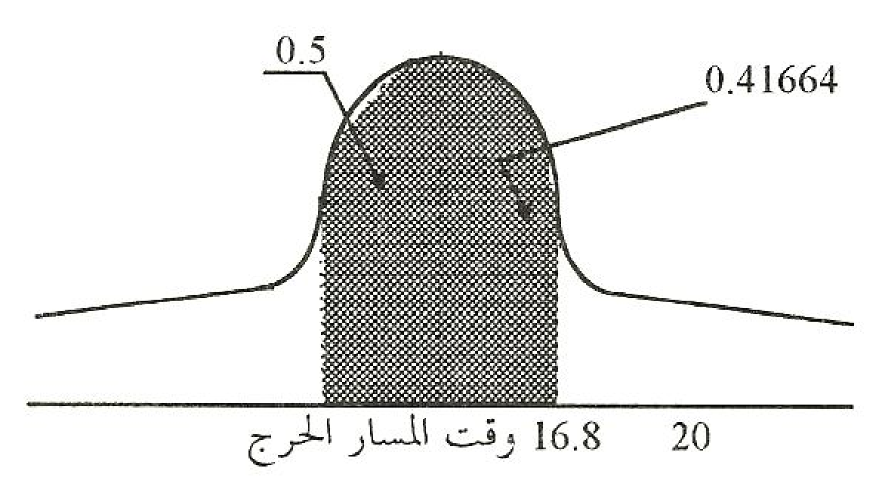
$\sqrt{^2(0.5) + \ ^2(2) + ^2(1)} = \sqrt{5.25} =$ ٢,٣ أسبوع.

ويمكن أن تقيس الشبكة بمقياسات.

ق١ (أقرب وقت متوقع).

الانحراف المعياري ( ) لآخر حدث في الشبكة ق١ وقيمة هذين المقياسين هي (٢,٣) (١٦,٨) أسبوع على التوالي.

ويمكن أن نوزع الأوقات حول وقت آخر حدث في الشبكة موضحاً كالآتي.



ومن هنا نرى أننا إذا فرضنا أن الأوقات موزعة بالتساوي حول (١٦,٨) أسبوعاً فإنه يكون لدينا فرصة (٥٠٪) لإتمام المشروع قبل (١٦,٨) أسبوعاً وفرصة (٥٠٪) لإتمام المشروع بعد (١٦,٨) أسبوعاً.

ولمعرفة فرصة إتمام المشروع قبل النقطة (X) ٢٠ أسبوعاً فإنه يمكن حساب عدد الانحرافات المعيارية من المتوسط (١٦,٨) إلي النقطة X كالتالي:

احتمال تنفيذ المشروع بـ ٢٠٠ أسبوع = $\frac{\text{الوقت المستهدف+وقت المسار الحرج}}{\text{الانحراف المعياري للمسار الحرب}} = \frac{20-16.68}{2.3}$

= ١,٣٩

ويمكن الرجوع إلي منحنى التوزيع المعدل لاستخراج المساحة التي تحت المنحنى من نهاية الذيل على اليسار إلي النقطة (١,٣٩) انحراف معياري على يمين المتوسط نجد أنه الجواب هو (٠,٤١٦٦١ + ٠,٥٠ = ٠,٩١٦٦٤) وعلى ذلك فإن لدينا فرصة (٩١٪) لإتمام المشروع قبل ٢٠ أسبوع.

مثال:

تفكر إحدى شركات المقاولات في تنفيذ أحد المشروعات الجديدة وفيما يلي البيانات المتعلقة بهذا المشروع.

النشاط			تقديرات الوقت بالأسبوع		
الرمز	الأحداث	وصف النشاط	تفاؤلي	أكثر احتمالاً	تشاؤمي
أ	١–٢	الأساسات والقواعد	٦	١٢	٣٠
ب	١–٣	الأعمدة	٤	١٠	٢٨
ج	٢–٤	الأسقف	١٢	٢٤	٦٠
د	٢–٥	الحوائط	٤	١٠	١٦
هـ	٤–٦	النجارة	١٠	٢٢	٣٤
و	٥–٦	البياض	٦	١٢	٣٠
ز	٣–٧	الدهان	٦	١٨	٥٤
ح	٦–٨	الأدوات الكهربائية	٢	٨	١٤
ط	٧–٨	البلاط	٨	٣٨	٥٤

المطلوب:

حساب الوقت المتوقع لكل نشاط وانحرافه المعياري.

رسم شبكة بيرت علماً بأن القيمة المقابلة لـ ط = ٢ في الجدول = ٠,٨٤١٣.
حساب الوقت المتوقع لإتمام المشروع والانحراف المعياري.
حساب الوقت المتأخر والمبكر والوقت الراكد للأحداث.
أحسب احتمال أن يتم تنفيذ المشروع خلال ٨٢ أسبوع.

الحل:

١/ يتم حساب الوقت المتوقع لكل نشاط وانحرافه المعياري بالمعادلات التالية:

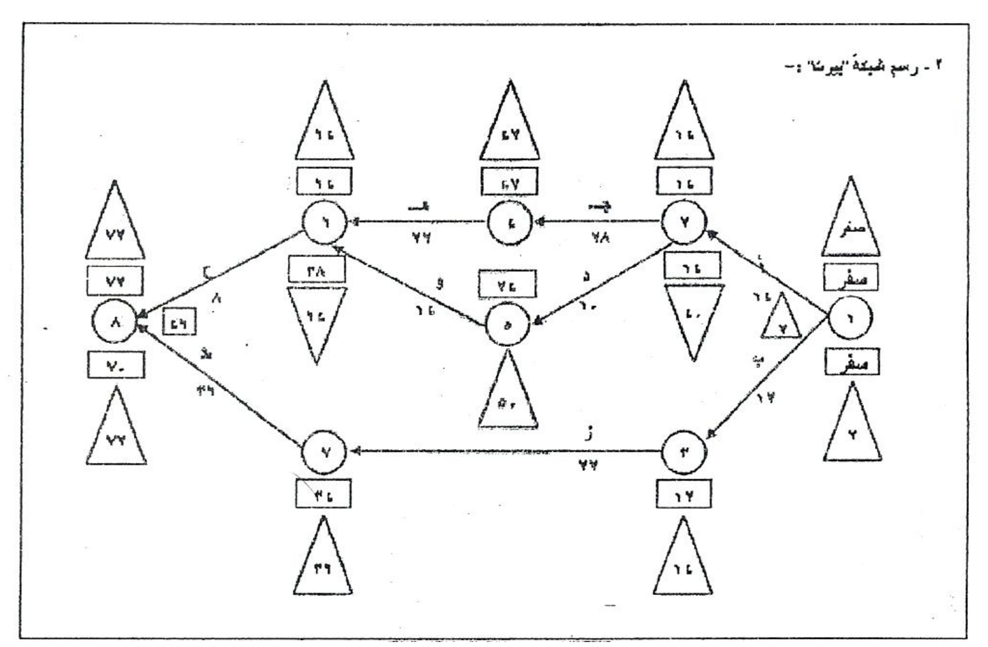
$$\text{الوقت المتوقع} = \frac{\text{ف} + 4\,\text{حـ} + \text{ش}}{6}$$

$$\text{الانحراف المعياري للنشاط}\ (\quad) = \frac{\text{ش} - \text{ف}}{6}$$

وذلك في الجدول التالي:

جدول تحديد الوقت المتوقع والانحراف المعياري للأنشطة.

رمز النشاط	الأحداث	تقدير الوقت			الوقت المتوقع	الانحراف المعياري
		ف	حـ	ش		
أ	١-٢	٦	١٢	٣٠	١٤	٤
ب	١-٣	٤	١٠	٢٨	١٢	٤
ج	٢-٤	١٢	٢٤	٦٠	٢٨	٨
د	٢-٥	٤	١٠	١٦	١٠	٢
هـ	٤-٦	١٠	٢٢	٣٤	٢٢	٤
و	٥-٦	٦	١٢	٣٠	١٤	٤
ز	٣-٧	٦	١٨	٥٤	٢٢	٨
ح	٦-٨	٢	٨	١٤	٨	٢
ط	٧-٨	٨	٣٨	٥٤	٣٦	٨



يلاحظ أنه عند حساب الوقت المبكر يتم الجمع من نقطة ١ إلي النهائية وتكتب داخل وعند حساب الوقت المتأخر يتم البدء من النهاية ويتم الطرح إلي أن نصل إلي ١ ويوضح في

٢/ تحديد المسارات والوقت المتوقع:

المسار	الزمن بالشهور	نوع المسار
١-٢-٤-٦-٨	٧٢	حرج
١-٢-٥-٦-٨	٤٦	غير حرج
١-٣-٧-٨	٧٠	غير حرج

الوقت المتوقع (المسار الحرج) ٧٢ أسبوع.

٣/ الانحراف المعياري للوقت المتوقع لإتمام المشروع:

$$\sqrt{\text{للمشروع = مربع الانحرافات المعيارية الأنشطة على المسار}}$$

$$= \sqrt{\sigma^2\,\text{أ} + \sigma^2\,\text{جـ} + \sigma^2\,\text{هـ} + \sigma^2\,\text{ح}}$$

$$= \sqrt{(4)^2 + (8)^2 + (4)^2 + (2)^2}$$

$$= \sqrt{16 + 64 + 16 + 4}$$

= $\sqrt{100}$ = ١٠ أسابيع.

٤/ الوقت المبكر والوقت المتأخر والوقت الراكد وبينها الجدول التالي:

رقم الحدث	الوقت المتأخر ق٢	الوقت المبكر ق١	الوقت الراكد ر
١	صفر	صفر	صفر
٢	١٤	١٤	صفر
٣	١٤	١٢	٢
٤	٤٢	٤٢	صفر
٥	٥٠	٢٤	٢٦
٦	٦٤	٦٤	صفر
٧	٣٦	٣٤	٢
٨	٧٢	٧٢	صفر

٥/ احتمال اتمام المشروع خلال ٨٢ أسبوع يحسب كالآتي:

ط = $\frac{72-82}{5}$ = $\frac{10}{5}$ = ٢

هذه القيمة من الجدول = ٠,٨٤١٣

احتمال إتمام المشروع خلال ٨٢ أسبوع = ٨٤,١٣٪.

احتمال إتمامه بعد ٨٢ أسبوع = ١٥,٨٧٪.

ثانياً: المسار الحرج:

مقدمة : ــــ تناولنا فى الفصول السابقة مجموعة من النماذج الخطية متمثلة فى نموذج البرمجة الخطية وأسلوب النقل والتخصص، ونتنناول فى الفصل الحالى والفصل اللاحق نماذج مختلفه من مخططات شبكات الاعمال المستخدمه فى جدولة الاعمال والمتمثلة فى المسار الحرج Critical Path Method (CPM) ونماذجمراجعة وتقييم البرامج Programme Evalution and Review Technique (PERT) حيث انهما من الطرق الشائعة الاستخدام لتخطيط ومراقبة تنفيذ مشاريع واعمال متوفرة عنها معلومات سابقة بما يتعلق بالتكاليف والزمن المطلوب لأنجاز العمليات التى يتضمنها هذا المشروع بحيث يتمكن المسؤولون عن التخطيط والتنفيذ من إنجاز هذه المشاريع والاعمال فى اقصر وقت وبأقل التكاليف.

طريقة المسار الحرج :ـــ

تعتبر طريقة المسار الحرج امتداد للتطورات والتوسعات التى اجريت على اساليب سابقة مثل مخططات كانت Gantt Chart حيث تهدف طريقة المسار الحرج الى مراقبة تنفيذ مشروع معين يتكون من عدة مراحل أو عمليات (فعاليات) وتحديد العمليات التى يستلزم وضعها تحت رقابة مستمرة لانها قد تسبب تعطيل انجاز المشروع كله وتحديد المسار الذى ينبغى تتبعه بإستمرار لان اى تأخير يحدث للانشطة التى تقع على هذا المسار تؤدى الى تعطيل المشروع بكامله.

ويتطلب أستخدام هذه الطريقة ضرورة اعداد جدول زمنى للأنشطة المختلفه التى يتكون منها المشروع وذلك حتى يمكن أنجازه فى اقل وقت ممكن وبالموارد المتاحه.

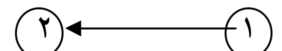
التعاريف الاساسية فى طريقة المسار الحرج :ـــ

ـ الحدث (واقعة) Event.

هو إنجاز معين يحدث فى نقطة زمن معينة ولايحتاج لوقت أو موارد بحد ذاته ويمثل بدائرة (O).

ـ النشاط (فعالية) Activity :

هو فعالية أو نشاط متمثل بعمل معين والذى يتطلب توفر موارد ووقت لأنجازه ويمثل بسهم (←) فالشكل التالى :ـــ

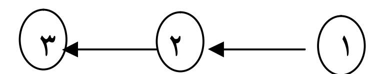


يمثل حدثين (١،٢) مربوطين بنشاط، كل حدث يمثل نقطة معينة من الزمن، فالحدث رقم (١) يبين نقطة البدء والحدث رقم (٢) يبين نقطة النهاية والنشاط الممثل بالسهم يبين الوقت اللازم لأنجاز العمل الفعلى فالحدث لايمثل وقتاً وإنما يشير الى نقطة البداية او النهاية للوقت المطلوب لأنجاز النشاط وهكذا يستلزم معرفة ان بين كل حدثين يوجد نشاط واحد فقط علماً بان طول السهم لايعبر عن طول النشاط وانما الوقت اللازم لأنجاز ذلك النشاط يجب ان يكتب رقمياً فوق أو تحت السهم الذى يعبر عنه.

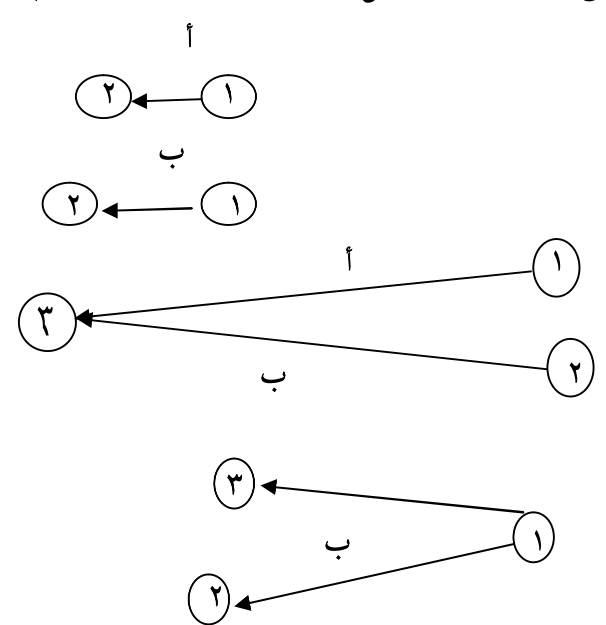
ان النشاط لايبدأ الا بعد وقوع الحدث الذى يسبقه اى انه لايمكن ان يبدأ الا بعد اتمام كل الانشطة التى تنتهى عند الحدث السابق له، وعموماً يمكن ان يقال ان الأنشطة تنقسم الى مجموعتين رئيسيتين (١) :ـــ

١/ أنشطة متعاقبة : وهى الأنشطة التى تحدث فى ترتيب متعاقب ففى الشكل التالى نجد ان النشاط (أ) يسبق النشاط (ب) والنشاط (ب) لاحق للنشاط (أ) وعلى هذا الاساس لايجوز البدء بتنفيذ النشاط (ب) الا بعد انجاز النشاط (أ)

أ ب



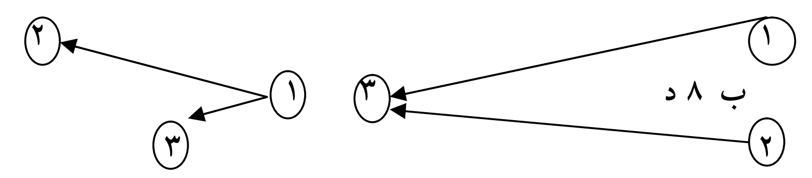
٢/ أنشطة متوازية : هى الانشطة التى يتم تنفيذها فى نفس الوقت بحيث يتم تنفيذ نشاطين او اكثر فى وقت واحد والشكل التالى يبين ان النشاطين (أ) و(ب) ينفذان بنفس الوقت.



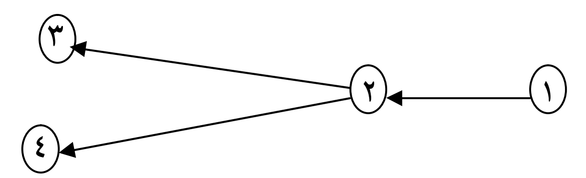
انشطة متوازية

ممكن لشبكة العمل ان تحتوى على اشكال مختلفه من الانشطة اعلاه فالشكل ادناه يبين ان النشاطين (أ) و(ب) أنشطة متوازية وان النشاطين (ج) و (د) لا يمكن ان يبدأ الا بعد أنجاز النشاطين (أ) و(ب).

(انشطة متوازية وانشطة لاحقة)



والشكل ادناه يبين ان النشاطين (ج،هـ) لاحقين للنشاط (أ) حيث لايجوز البدء بهما الا بعد انجاز النشاط (أ).



أنشطة لاحقة لنشاط سابق

مثال : المعلومات التالية تخص بناء مشروع معين :

المسار النشاط الوقت اللازم لانجاز النشاط

١ ـــ٢ أ ٣

٢ ـــ٣ ب ٢

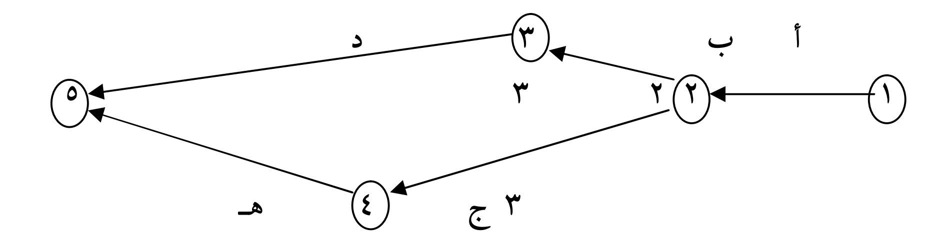
٢ ـــ٤ ج ٥

٣ ـــ٥ د ٣

٤ ـــ٥ هـ ٢

المطلوب :رسم شبكة العمل لبناء هذا المصنع حسب تعاقب العمليات المشار اليها اعلاه

الحل:



نلاحظ ان الحدث رقم (١) يبين بداية النشاط (أ) والحدث رقم (٢) يبين نهاية نشاط (أ) وبنفس الوقت يكون بداية نشاطين هما النشاط (ب) والنشاط (ج) كما ان الحدث رقم (٣) يبين نهاية النشاط (ب) وبداية النشاط (د) وكذلك الحال بالنسبة للحدث رقم (٤) لذا نلاحظ عند بداية الشبكة ان الحدث رقم (١) يشير فقط الى بداية نشاط (أ) ولم يكن هذا الحدث نهاية لنشاط سابق وعند نهاية الشبكة كما نلاحظ فى الحدث رقم (٥) فانه يشير الى نهاية نشاط او أنشطة فقط ولكن لم يكن بداية لنشاط لاحق وذلك لان فعاليات هذه الشبكة قد انتهت.

كما يبدو واضحاً ان الوقت اللازم لانجاز المشروع ككل هو الوقت المحسوب فى اطول مسار من البداية الى النهاية حيث نلاحظ من الشبكة اعلاه ان هناك مسارين هما :

الاول : (١ ــ ٢)، (٢ ــ ٣)، (٣ ــ ٥)

الثانى : (١ ــ ٢)، (٢ ــ ٤)، (٤ ــ ٥).

واذا راجعنا شبكة هذا المصنع المشار اليها اعلاه نلاحظ ان المسار الاول يستلزم (٨) شهور (٣+٢+٣)، والمسار الثانى يستلزم (١٠) شهور (٣+٥+٢) ولكون المسار الثانى هو أطول مسار فهو يسمى بالمسار الحرج لأنجاز المشروع والانشطة الواقعة عليه يطلق عليها بالانشطة الحرجة حيث نلاحظ ان المسار الحرج هو المسار الذى يحتاج الى الوقت الاطول لاتمام مجموعة الانشطة الموجودة فيه، وهذا المسار هو الذى يحدد الوقت اللازم لانجاز هذا المشروع.

وكما نلاحظ من شبكة بناء المصنع اعلاه ام كلا من النشاطين (٢ ــ ٣) او (٢ ــ ٤) لايمكن البدء بأى منهما قبل انتهاء النشاط (١ ــ٢) كما لايمكن البدء بالنشاط (٣ــ ٥) الا بعد انجاز النشاط (٢ ــ ٣) وكذلك الحال، لايمكن البدء بالنشاط (٤ ــ ٥) قبل انجاز النشاط (٢ ــ ٤).

ومن ناحية اخرى يمكن تصنيف الانشطة على انها (٢) :ــ

١.الانشطة الحقيقية Real Activities

٢.الانشطة الوهمية Dummy Activities

تعتبر الانشطة الحقيقية عن الاعمال التى يجب تنفيذها للانتقال من حدث (واقعة) Event معينة على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ مشروع معين الى حدث اخر وعلى هذا الاساس فأنها تمثل انجازات معينة تأخذ وقتاً فى تنفيذها وبالأضافة الى ذلك فأنها تتطلب موارد أخرى لازمة لهذا التنفيذ، متمثلة بتوفير المواد والعمل والاجهزة المختلفه.كما يعبر عن الأنشطة الحقيقة فى شبكة العمل بخطوط متصلة تربط الاحداث (Event) للانشطة المختلفه.

أما الانشطة الوهمية فهى الانشطة التى لاتستغرق وقتاً ولاتستسلزم اى موارد اى ان الوقت المستغرق من قبل النشاط الوهمى يعادل صفر وعادة يعبر عن النشاط الوهمى فى صورة سهم ذات خطوط متقطعه (على شكل خط متقطع) ويعبر عنه بهذا الشكل من أجل تمييزه عن الانشطة الحقيقية وتستخدم الانشطة الحقيقية وتستخدم الانشطة الوهمية بشكل عام فى **ثلاث حالات رئيسية هى :ـــ**

١.يستخدم النشاط الوهمى للتعبير عن علاقات متقطعه تتابعيه بين الانشطة المختلفه المكونة للشبكة.وللنأخذ مثال عملية تغير الاطار المطلوب فىالسيارة حيث تتكون من الانشطة التالية :

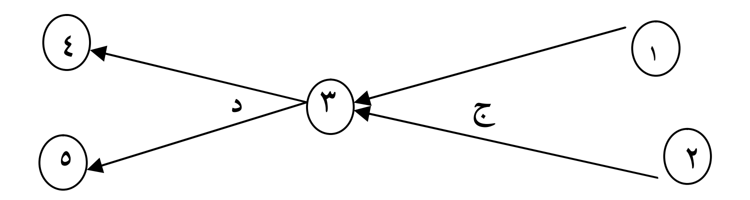
النشاط (أ) : نزع الاطار.

النشاط (ب) تصليح الاطار المعطوب.

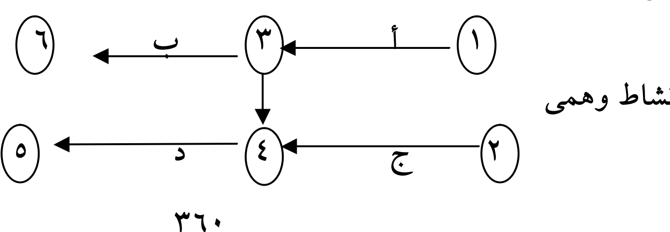
النشاط(ج) احضار إطار احتياطى.

النشاط (د) تركيب الاطار الاحتياطى

والشبكة التالية تعبر عن عملية تغير الاطار اعلاه :



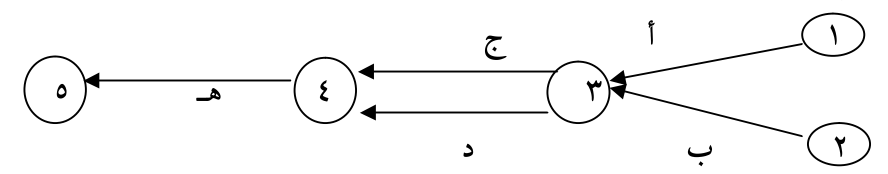
ونلاحظ من الشبكة اعلاه ان النشاطين (ب)، (د) يجب ان يعقبا النشاط (أ) كما ان النشاط (د) لاحق للنشاط (ج) وهذا ايضاً صحيح، وهناك خطأ فى الشبكة اعلاه تجسد بأن النشاط (ب) يتبع النشاط (ج) كما ان النشاط (ب) لايمكن ان يبدأ الا اذا تم النشاطين (أ)، (ج) معاً ومن اجل معالجة الموقف اعلاه فأننا نستطيع اعادة رسم الشبكة مستخدمين نشاطاً وهمياً وبالشكل التالى :



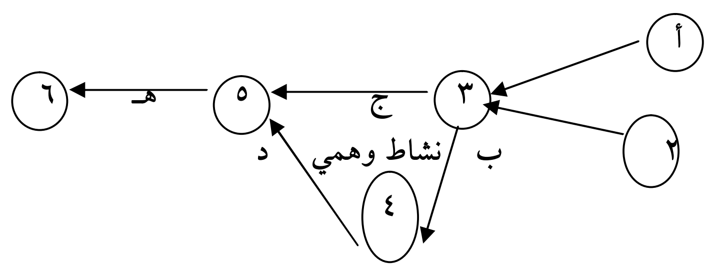
نشاط وهمى

واضحاً من الشكل اعلاه ان النشاط (د) لايمكن البدء به الابعد اكمال النشاطين (أ) و(ج) كما ان النشاط (ب) يمكن البدء به بعد انجاز النشاط (أ) ولكنه لايعتمد على النشاط (ج).

٢.يستخدم النشاط الوهمى من أجل فك الارتباط بين حدثين بأكثر من نشاط فى حالة وجود نشاطين موازيين يحدثان فى نفس الوقت ولكن يجب ان لا يرتبط نفس النشاطين بحدثين كما هو فى الشكل التالى :

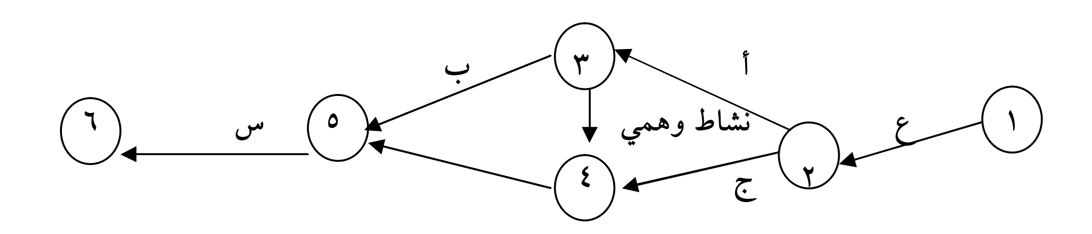


حيث نلاحظ من الشكل أعلاه بأن النشاطين (ج) و(د) يمكن وصفهما بأنهما النشاط (٣ ــ٤) ومن اجل تجنب هذا الخطأ علينا استخدام النشاط الوهمي من أجل فك ارتباط هاذين النشاطين وبالشكل التالي :



ومن خلال إضافة النشاط الوهمي أتضح من الشبكة أعلاه بأن كلا من النشاطين (ج)، (د) أخذا مسارين مستقلين عن بعضهما البعض فنلاحظ إن النشاط (ج) ومساره (٣ ـــ ٥) والنشاط (د) ومساره (٤ ـــ ٥).

٣.استخدام الأنشطة الوهمية من أجل إضفاء نوع من الوضوح والملائمة على شبكة العمل، حيث إن شبكة العمل يجب إن تكون لها نقطة بداية واحدة ونقطة نهاية واحدة، والانا نعيد رسم شبكة العمل الخاصة بتبديل الإطار المعطوب في السيارة المشار أليه سابقاً ويتم من خلال إضافة نشاطين يقومان مقام الأنشطة الوهمية وهما النشاط (ع) ومساره (١ ــ ٢) والنشاط (س) ومساره (٥ ــ ٦) (علماً بأن هذين النشاطين لاستهلكا وقتاً ولا تحتاج إلى موارد)، والشبكة المعدلة تكون كما يلى: ــ



ونتناول الان بعض الامثلة على كيفية رسم شبكات الاعمال :

مثال :

نفرض أن عملية أقامة مبنى تتضمن الانشطة التالية :

النشاط ومساره وصف النشاط

أ (١ ـــ ٢) أستلام الموقع وتطهيره

ب(٢ ــ ٣) الحفر

ج(١ ـــ ٣) الحصول على الاسمنت والمواد الأخرى

د (٣ ـــ ٤) وضع الاساسات

هـ(٤ ـــ ٥) أقامة المبنى

و (٥ ــ ٦) نشاط وهمى

ل (٥ ـــ ٧) توصيل الكهرباء

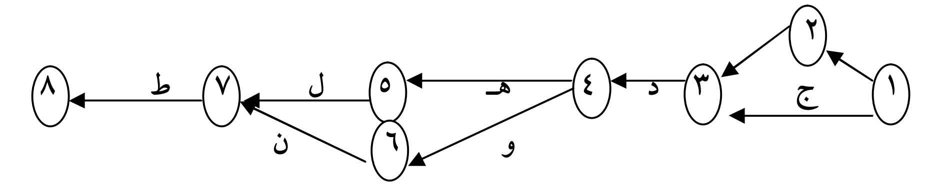
ن (٦ ـــ ٧) اعمال النجارة

ط (٧ ـــ ٨) اعمال البياض

المطلوب :

أرسم شبكة العمل الخاصة بإقامة المبنى اعلاه.

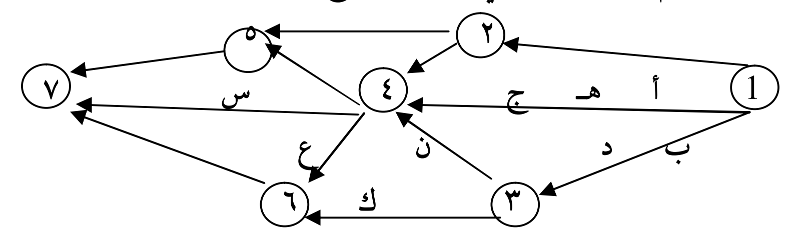
الحل :



يبين الجدول التالي الأنشطة التي يتضمنها تنفيذ أحد المشروعات :

النشاط	مسار النشاط
أ	١ ــــ ٢
ب	١ ــــ ٣
ج	٢ ــــ ٤
د	٣ ــــ ٤
و	٢ ــــ ٥
ل	٤ ــــ ٥
ك	٣ ــــ ٦
ن	٤ ــــ ٦
س	٤ ــــ ٧
ص	٥ ــــ ٧
ع	٦ ــــ ٧
هـ	١ ــــ ٤

المطلوب :أرسم شبكة العمل التي تخص المشروع أعلاه.



احتساب الوقت :

من اجل التوصل لاحتساب الزمن اللازم لإنجاز المشروع فأن طريقة المسار الحرج تتطلب توضيح التعابير التالية :

ــ البداية المبكرة للنشاط (Early start)

البداية المبكرة للنشاط عبارة عن اقرب وقت يمكن البدء فيه بتنفيذ ذلك النشاط.

ــ النهاية المبكرة للنشاط (Early Finish)

النهاية المبكرة عبارة عن اقرب وقت يمكن أن ينتهي فيه تنفيذ فعالية أو نشاط معين.

ـ وقت النشاط (Activity Time)

هو عبارة عن الوقت اللازم لانجاز النشاط وهذا الوقت في طريقة المسار الحرج يكون محدد ومعلوم ويتم تزويده من قبل الإدارة كما أن التكلفة يستلزم أن تكون محددة ومعلومة أما فى اسلوب بيرت فأن الوقت اللازم لأنجاز النشاط يكون متوقع (Expected) يحسب وفق سياق معين، وسيتم تناول ذلك بالفصل القادم.

ان الوقت المبكر لبدء نشاط معين هو عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط الذى سبق النشاط المعنى واذا كان النشاط المعنى هو النشاط الاول فى شبكة العمل يكون الوقت المبكر له (صفر) وسبب ذلك لانه لايوجد نشاط يسبق هذا النشاط المعنى.

أما النهاية المبكرة لنشاط معين فهى عبارة عن البداية المبكرة لهذا النشاط مضافاً له الوقت اللازم لأنجازه، ولتوضيح ذلك نتناول المثال التالى :

مثال (١) :

أعطيت لك المعلومات التالية التى تخص بناء مصنع معين :

النشاط	الوصف	الزمن اللازم (بالاشهر)	النشاط السابق
أ	اعداد تقرير الجدوى	٣	ــــ
ب	تنظيف الموقع وحفر الاساس	٤	أ
ج	صب الاساس	٢	ب
د	شراء المكائن	٢	ب
هـ	البناء	٦	د
و	تدريب الفنيين	٣	ج
ر	نصب المكائن	٢	هـ / و
ح	الانتاج التجريبى والفحص	٣	ر

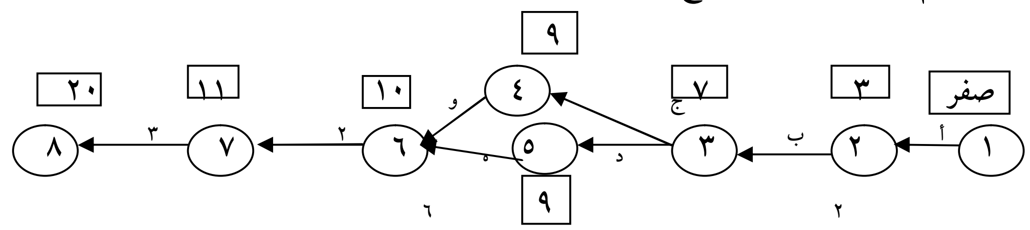
المطلوب :

١.أرسم شبكة العمل الخاصة بالمشروع اعلاه.

٢.تحديد البدايات والنهايات المبكرة.

٣.احتساب المسار الحرج.

١.رسم شبكة العمل للمشروع اعلاه :



٢.نلاحظ من شبكة العمل الخاصة بالمشروع اعلاه بأن الوقت المبكر لبداية النشاط (أ) هى عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط السابق وطالما ان النشاط (أ) هو نشاط البداية فى الشبكة اعلاه لذا فان البداية المبكرة للنشاط(أ) هو (صفر)، اما النهاية المبكرة لهذا النشاط هى :ـــ

البداية المبكرة للنشاط (أ)+ الوقت اللازم لانجاز هذا النشاط :

= صفر+٣=٣ شهراً

أما البداية المبكرة للنشاط (ب) فهى النهاية المبكرة للنشاط (أ) أى ان النشاط (ب) يبدأ عند نهاية النشاط (أ) مباشرتاً، أما النهاية المبكرة للنشاط (ب) هى :

البداية المبكرة للنشاط (ب)+ الوقت اللازم لانجاز هذا النشاط :

= ٣+٤ = ٧ شهراً

أما البداية المبكرة للنشاط (ج) هى عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط (ب) وتساوى (٧) أما النهاية المبكرة للنشاط (ج) تساوى :

= ٧+٢ = ٩ شهراً

والبداية المبكرة للنشاط (و) هى النهاية المبكرة للنشاط (ج) وتساوى (٩) اى هذا النشاط يبدأ عند نهاية النشاط (ج) مباشرتاً اما النهاية المبكرة للنشاط (و) هى :

البداية المبكرة للنشاط (و) + الوقت اللازم لانجاز هذا النشاط

= ٩ + ٢ = ١٢ شهراً

وطالما ان بداية النشاط (ر) يستلزم أنجاز النشاطين (و)، (هـ) لذا يتطلب منا أحتساب البداية والنهاية المبكرة للمسار الثانى (د،هـ) وبالشكل التالى :

البداية المبكرة للنشاط (د) هى النهاية المبكرة للنشاط (ب) وتساوى (٧) أما النهاية المبكرة للنشاط (د) هى :

البداية المبكرة للنشاط (د) + الوقت اللازم لانجاز هذا النشاط

= ٧ + ٢ = ٩

أما بالنسبة للنشاط (هـ) فأن بدايته المبكرة هى (٩) ونهايته المبكرة تساوى :

البداية المبكرة للنشاط (هـ) + الوقت اللازم لأنجازه =

٩ + ٦ = ١٥

لذا فإن النشاط (ر) لن يبدأ الا بعد اكتمال أطول مسار وعلى هذا الاساس فأن البداية المبكرة للنشاط (ر) هى عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط (هـ) وتساوى (١٥) أما النهاية المبكرة للنشاط (ر) فهى :ـــ

البداية المبكرة للنشاط (ر) + الوقت اللازم لأنجازه = ١٥ + ٢ = ١٧ واخيراً فأن البداية المبكرة للنشاط (ح) هى النهاية المبكرة للنشاط (ر).

وتساوى (١٧) أما النهاية المبكرة للنشاط (ح) تساوى :

البداية المبكرة للنشاط (ح) + الوقت اللازم لأنجازه = ١٧ + ٣ = ٢٠ شهراً

٣.أما المسار الحرج لشبكة العمل أعلاه فهو يمثل أطول مسار وهو المسار الذى يمثل الأنشطة (أ،ب،د،هـ،ر،ح) وطوله (٢٠) شهراً والانشطة الواقعة على المسار الحرج تمثل الانشطة الحرجة ويطلق عليها بالحرجة لأنها هى التى تتحكم بإنجاز المشروع ضمن الوقت المحسوب أى ان تأخير اى من هذه الانشطة الحرجة سيتولد عنه تأخير المشروع بكامله أما الانشطة (ج،و) هى انشطة غير حرجة.

البداية المتأخرة والنهاية المتأخرة :

يمكن تعريف البداية المتأخرة لأى نشاط بأنها أخر وقت يمكن ان يبدأ فيه النشاط (الفعالية) دون ان يؤثر على اتمام المشروع فى الوقت المحدد وفقاً للمسار الحرج أما النهاية المتأخرة فهى اخر وقت يمكن النشاط تحت الدراسة ان ينتهى دون ان يؤثر على أنجاز المشروع فى وقته المحدد.

وتحسب البدايات والنهايات النتأخرة عن طريق المرور التراجعى اى البدء من النشاط النهائى (الاخير) الذى نعرف متى ينتهى ثم نبدأ بالتراجع على المسارات المختلفه مروراً بجميع الأنشطة لأحتساب كل البدايات والنهايات المتأخرة وبالرجوع الى مثالنا السابق عن تشيد المصنع فأن اخر نشاط هو الانتاج التجريبى رقم (ح) والمدة اللازمة لأنجاز المشروع كله وبالتالى هذا النشاط وفقاً لحساباتنا (المسار الحرج) هو (٢) شهراً اما البداية المتأخرة فهى عبارة عن موعد انتهاء هذا النشاط مطروحاً منه الوقت الذى يستغرقه هذا النشاط وهو (٣) شهور وبالتالى :ـــ

البداية المتأخرة لنشاط (ح) = النهاية المتأخرة لنشاط (ح) الزمن اللازم لأنجاز النشاط (ح) =
٢٠ – ٣ = ١٧

وحيث ان الرجوع الى بداية المشروع يعنى الرجوع عبر ممرين فنبدأ أولاً عبر المسار الحرج، وبعدها المسارات الأخرى.

علماً بأن النهاية المتأخرة لأى نشاط هى البداية المتأخرة للنشاط الذى يليه والجداول أدناه يبين البدايات والنهايات المتأخرة لتنفيذ المشروع فى المثال (١) :

النشاط	الزمن بالأشهر	بداية متأخرة	نهاية متأخرة
أ	٣	صفر	٣
ب	٤	٣	٧
ج	٢	١٠	١٢
د	٢		٩
هـ	٦	٩	١٥
و	٣	١٢	١٥
ر	٢	١٥	١٧
ح	٣	١٧	٢٠

الوقت الفائض :

يعرف الوقت الفائض (او الزمن الأضافى الاجمالى) لأى نشاط من الأنشطة بأنه الفرق بين البداية المتأخرة والبداية المبكرة لهذا النشاط أو الفرق بين النهاية المتأخرة لهذا النشاط ونهايته المبكرة والتعريف السابق ناتج عن واقع العمل حيث ان البداية المتأخرة تمثل اخر وقت يمكن ان نبدأ فيه هذا النشاط على ان لايتأخر انهاء المشروع عن الوقت المحدد نتيجة تحليل المسار الحرج بينما تمثل البداية المبكرة أقرب وقت يمكن البدء فيه بهذا النشاط نتيجة لتسلسل العمليات وعلى هذا الاساس يمثل الفرق بين البداية المتأخرة والبداية المبكرة الزمن الفائض وهو الوقت الذى يمكن تأخير الابتداء فى النشاط بدون ان يؤثر ذلك على موعد الانتهاء من المشروع طبقاً للزمن المحدد فى المسار الحرج والجدول التالى يوضح احتساب الزمن الفائض للمثال رقم (١).

النشاط	بداية متأخرة	بداية مبكرة	الفائض	نهاية متأخرة	نهاية مبكرة	الفائض
ا	صفر	صفر	صفر	٣	٣	صفر
ب	٣	٣	صفر	٧	٧	صفر
ج	١٠	٧	٣	١٢	٩	٣

د	٧	٧	صفر	٩	٩	صفر
هـ	٩	٩	صفر	١٥	١٥	صفر
و	٩	٩	٣	١٥	١٢	٣
ر	١٥	١٥	صفر	١٧	١٧	صفر
ح	١٧	١٧	صفر	٢٠	٢٠	صفر

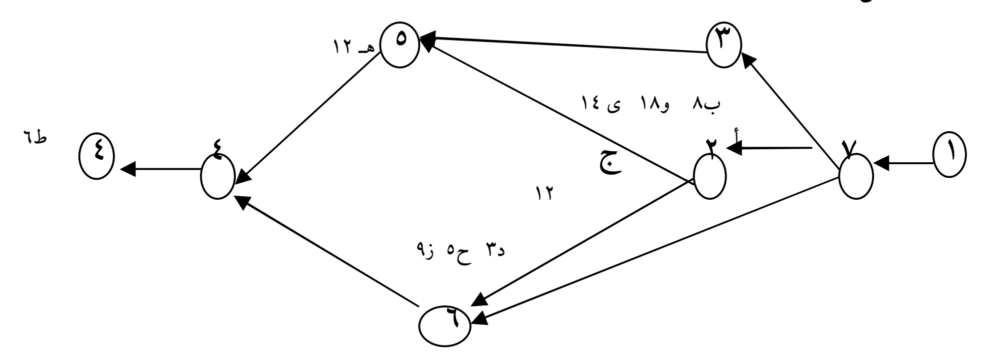
المسار الحرج = ١٣ أسبوعاً ويتمثل بالمسارات من (١ــ ٢)، (٢ ـــ ٦)، (٦ ــ٨).

٣.احتساب الوقت الفائض

النشاط	البداية المتاخرة	البداية المبكرة	الفائض	النهاية المتأخرة	النهاية المبكرة	الفائض
(١ ـ ٢)	صفر	صفر	صفر	٢	٢	صفر
(١ ـ ٣)	١	صفر	١	٢	١	١
(٢ ـ ٥)	٣	٢	١	٦	٥	١
(٣ ـ ٥)	٢	١	١	٦	٥	١
(٢ ـ ٦)	٢	٢	صفر	٧	٧	صفر
(٥ ـ ٦)	٦	٥	١	٧	٦	١
(٣ ـ ٤)	٧	١	٦	١٠	٤	٦
(٤ ـ ٧)	١٠	٤	٦	١٢	٦	٦
(٥ ـ ٨)	٦	٥	١	١٣	١٢	١
(٦ـ ٨)	٧	٧	صفر	١٣	١٣	صفر
(٧ ـ ٨)	١٢	٦	٦	١٣	٧	٦

مثال :

الشبكة ادناه تمثل الانشطة الخاصة ببناء مصنع للطاقة الكهربائية، مبينا عليها الوقت اللازم لأنجاز كل نشاط.



المطلوب : ١.حدد المسار الحرج للشبكة أعلاه

٢.احسب الوقت الفائض لأنشطة الشبكة

الحل:

١.تحديد المسار الحرج

يتم تحديد المسار الحرج للشبكه اعلاه من خلال حساب البداية والنهاية المبكرة لكل نشاط وبالشكل التالى :ـــ

النشاط (أ) نلاحظ ان حدث البداية لنشاط (أ) هو الحدث رقم (١) وبما ان هذا الحدث هو حدث البداية للشبكة اعلاه فإن البداية المبكرة لنشاط (أ) ستكون (صفر) وسبب ذلك لأنه لا يوجد نشاط يسبق هذا النشاط أما النهاية المبكرة لنشاط (أ) هى عبارة عن البداية المبكرة له مضافاً لها الوقت اللازم لأنجاز هذا النشاط ومقدارها (١٢) اسبوعاً وبذلك تكون النهاية المبكرة لنشاط (أ) تساوى (١٢).

يلاحظ من الشبكة اعلاه ان حدث رقم (٢) وهو حدث نهاية نشاط (أ) سيكون حدث البداية لثلاثة انشطة هى (ب،ج،د) وبناء على ذلك فأن البداية المبكرة للانشطة الثلاثة تحسب بالشكل التالى :ـــ

النهاية المبكرة لنشاط (ب) = النهاية المبكرة لنشاط أ + الوقت اللازم لأنجاز النشاط ب

= ١٢ + ٨ = ٢٠

النهاية المبكرة لنشاط ج = ١٢ + ٤ = ١٦

النهاية المبكرة لنشاط د = ١٢ + ٣ = ١٥

وكما يلاحظ ايضاً من الشبكة الحدث رقم (٤) وهو حدث النهاية للنشاط (ج) يمثل حدث البداية للنشاطين (و، ح) وبناء على ذلك فأن البداية المبكرة لهذين النشاطين هى عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط (ج) وتساور (١٦) أما النهاية المبكرة لهذين النشاطين تحسب كما يلى :ـــ

النهاية المبكرة للنشاط (و) = ١٦ + ١٨ = ٣٤

النهاية المبكرة للنشاط (ح) = ١٦ + ٥ = ٢١

ان الحدث رقم (٣) الذى يمثل حدث النهاية للنشاط (ب) يعتبر حدث البداية للنشاط (هـ) وتكن البداية المبكرة له عبارة عن النهاية المبكرة لنشاط (ب) ومقدارها (٢٠) وتحسب النهاية المبكرة كما يلى :ـــ

النهاية المبكرة للنشاط (هـ) = ٢٠ + ١٢ = ٣٢

يلاحظ من الشبكة اعلاه ان الحدث رقم (٥) يمثل حدث النهاية للنشاطين (هـ،و) بنفس الوقت يعتبر حدث البداية للنشاط (ى) وبما ان النشاط (ى) يعقب النشاطين (هـ، و) حيث لايمكن البدء ب هالا بعد اكمال (انجاز) هذين النشاطين وبناءاً على ذلك تحدد البداية المبكرة للنشاط (ى) بأكبر النهايتين المبكرتين للنشاطين السابقين، ومن المعلومات السابقة نلاحظ ان النهاية المبكرة لنشاط (و) تساوى (٣٢) اما النهاية المبكرة للنشاط (و) تساوى (٣٤) ويتم الاخذ بأكبر قيمة والتى تمثل اطول مسار وهى (٣٤) والتى تمثل النهاية المبكرة للنشاط (هـ) اما النهاية المبكرة لنشاط = ٣٤ + ٤ = ٣٨ اما الحدث رقم (٦) الذى يمثل حدث النهاية للانشطة (ح،د) يعتبر حدث البداية للنشاط (ز) وبما ان النشاط (ز) يعتبر نشاط يعقب النشاطين اعلاه، لذا لايجوز البدء ب هالا بعد انجاز هذين النشاطين وبناء على ذلك فأن بدايته المبكرة تحدد بأطول نهاية مبكرة لنشاطين اللذين يسبقان هذا النشاط وهما :

النهاية المبكرة للنشاط (ح) = ٣١

النهاية المبكرة للنشاط (د) = ١٥

اذن البداية المبكرة للنشاط (ز) تساوى (٢١) والتى تمثل اطول مسار يسبق البدء بنشاط (ز) والمتمثلة بالنشاط (ح).

النهاية المبكرة للنشاط (ز) = النهاية المبكرة له + الوقت اللازم لأنجازه =

٢١ + ٩ = ٣٠

ان حدث رقم (٧) والذى يمثل حدث النهاية للنشاطين (ى، ز) يعتبر حدث البداية للنشاط (ط) وبما ان النشاط (ط) يعقب النشاطين (ى، ز) لايجوز البدء ب هالا بعد اكمال انجاز هذين النشاطين، لذا فان البداية المبكرة للنشاط (ط) تمثل اكبر نهاية مبكرة للنشاطين اللذين يسبقان هذا النشاط وهما :

النهاية المبكرة للنشاط (ى) = ٣٨

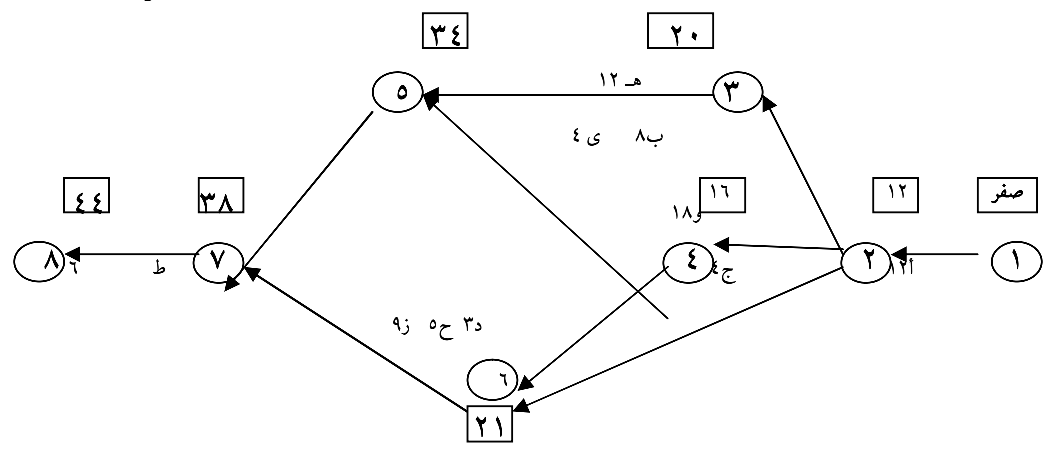
النهاية المبكرة للنشاط (ز) = ٣٠

اذن البداية المبكرة للنشاط (ط) هى (٣٨) اما النهاية المبكرة للنشاط (ط) =

٣٨ + ٦ =٤٤

*الوقت اللازم لأنجاز الشبكة اعلاه هو (٤٤) اسبوعاً والذى يمثل اطول مسار فى الشبكة ويطلق عليه المسار الححرج ويمثل الانشطة التالية :

(أ، ج، و، ى، ط) وهذه الانشطة يطلق عليها بالأنشطة الحرجة لأنها هى التى تتحكم بانجاز المشروع اعلاه وهذا يعنى حدوث اى تأخير على انجاز الانشطة الحرجة فى الوقت المحدد لها سيؤدى فى النهاية الى تأخير انجاز الشبكة بكاملها والأن نعيد رسم الشبكة مبين عليها البداية المبكرة (Early start) والنهاية المبكرة (Early Finish) للأنشطة المختلفه وبالشكل التالى :



المسار الحرج يمثل الانشطة (أ، ج، و، ى، ط) وطوله (٤٤) شهراً

٢.احتساب الوقت الفائض

حتى يتم احتساب الوقت الفائض يستلزم تحديد البداية والنهاية المتأخرة لكل نشاط حيث يستلزم حسابهما بالمرور التراجعى من نهاية الشبكة، حيث يمثل طول المسار الحرج (٤٤) شهر هو النهاية المتأخرة للشبكة اعلاه والذى يمثل بالوقت نفسه النهاية المتأخرة لأخر نشاط فى الشبكة وهو النشاط (ط) وتحسب البداية المتأخرة لهذا النشاط كما يلى :

البداية المتأخرة للنشاط (ط) = النهاية المتأخرة له الوقت اللازم لأنجازه =

٤٤ – ٦ = ٣٨

ونلاحظ ان البداية المتأخرة لنشاط (ط) تكون النهاية المتأخرة للنشاط او الانشطة التى تسبقه والجدول التالى يمثل البداية والنهاية المتأخرة لأنشطة الشبكة اعلاه

النشاط	الوقت اللازم لأنجازه	البداية المتأخرة	النهاية المتأخرة
أ	١٢	صفر	١٢
ب	٨	١٤	٢٢
ج	٤	١٢	١٦
د	٣	٢٦	٢٩
هـ	١٢	٢٢	٣٤
و	١٨	١٦	٣٤
ح	٥	٢٤	٢٩
ز	٩	٢٩	٣٨
ى	٤	٣٤	٣٨
ط	٦	٣٨	٤٤

واضح من الجدول اعلاه، عندما نريد تحديد النهاية المتأخرة لنشاط معين، علماً بأن حدث النهاية لهذا النشاط يمثل حدث البداية لعدة انشطة ففى هذه الحال نحسب البدايات المتأخرة للأنشطة التى تعقب هذا النشاط ونأخذ اصغرها كما هو الحال فى حالة النشاط (ج) حيث

هناك نشاطين يعقبان هذا النشاط وهما (و،ح) حيث تم احتساب البداية المتأخرة للنشاط (و) وكانت (١٦) وحيث البداية المتأخرة للنشاط (ح) وكانت (٢٤) اذن النهاية المتأخرة للنشاط (ج) اصغر قيمة وهذه هى (١٦) وكذلك الحال بالنسبة للنشاط (أ) حيث هناك ثلاثة انشطة تعقب هذا النشاط وهى (ب، ج، د) حيث تم حساب البدايات المتأخرة لهذه الانشطة حيث كانت :ـ

البداية المتأخرة للنشاط (ب) = ١٤

البداية المتأخرة للنشاط (ج) = ١٢

البداية المتأخرة للنشاط (د) = ٢٦

والنهاية المتأخرة للنشاط (ج) تمثل اصغر القيم اعلاه وهى (١٢) وتمثل بالنشاط (ج)

ويتم احتساب الوقت الفائض والذى يمثل حاصل الفرق بين البداية المتأخرة والبداية المبكرة أو الفرق بين النهاية المتأخرة والنهاية المبكرة والجدول التالى يحسب الوقت الفائض وفقاً للطريقتين اعلاه

النشاط	البداية المتاخرة	البداية المبكرة	الفائض	النهاية المتاخرة	النهاية المبكرة	الفائض
أ	صفر	صفر	صفر	١٢	١٢	صفر
ب	١٤	١٢	٢	٢٢	٢٠	٢
ج	١٢	١٢	صفر	١٦	١٦	صفر
د	٢٦	١٢	١٤	٢٩	١٥	١٤
هـ	٢٢	٢٠	٢	٣٤	٣٢	٢
و	١٦	١٦	صفر	٣٤	٣٤	صفر
ح	٢٤	١٦	٨	٢٩	٢١	٨
ز	٢٩	٢١	٨	٣٨	٣٠	٨
ى	٣٤	٣٤	صفر	٣٨	٣٨	صفر
ط	٣٨	٣٨	صفر	٤٤	٤٤	صفر



المراجع

أولاً: المصادر العربية:

إسماعيل السيد: الأساليب الكمية في مجال الأعمال، الدار الجامعية، الإسكندرية،٢٠٠١.

التميمي حسين عبد الله –إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل كمي) الطبعة الأولى– دار الفكر – عمان١٩٩٧.

جلال إبراهيم العيد،" إدارة الأعمال : مدخل اتخاذ القرارات وبناء المهارات الإدارة والمديرين، وظائف الإدارة والمهارات الإدارية " دار الجامعة الجديدة للنشر، مصر، ٢٠٠٣، ص٢٥٩.

حزوري نعيم التخطيط والرقابة في المشروع – منشورات جامعة حلب– حلب١٩٩٠.

حسن عادل –تخطيط ومراقبة الإنتاج – مركز الإسكندرية للكتاب– الإسكندرية١٩٩٥.

حسين رحيم، " مبادئ الإدارة الحديثة : (النظريات – العمليات الإدارية –وظائف المنظمة، " دار حامد للنشر، الطبعة الأولى، الأردن، ٢٠٠٦، ص٩٤.

حمدي طه، مقدمة في بحوث العمليات، ترجمة أحمد حسين علي حسين، الرياض، دار المريخ للنشر، ١٩٩٦م.

حمدي طه، مقدمة في بحوث العمليات، ترجمة أحمد حسين علي حسين، الرياض: دار المريخ للنشر، ١٩٩٦م.

حيدر محمد فريحات، "بحوث العمليات"، عمان: دار الفكر، ١٩٩٨م.

رجب عادل إدارة الإنتاج – منشورات جامعة حلب – حلب١٩٨٦.

ريتشارد برونسون، بحوث العمليات، ترجمة حسن حسني الغباري، لقاهرة، الدار الدولية للنشر والتوزيع، ١٩٨٨م.

ريتشارد برونو، بحوث العمليات، ترجمة حسن حسني الفياري، القاهرة، الدار الدولية للنشر والتوزيع، ١٩٨٨م.

الزعبي فايز الرقابة الإدارية في منظمات الأعمال١٩٩٥.

سليمان محمد مرجان ، " بحوث العمليات "، دار الكتب الوطنية بن غازي، ليبيا، الطبعة الأولى، ٢٠٠٢، ص٣١

سليمان محمد مرجان: بحوث العمليات، ط١، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ٢٠٠٢.

سهيلة عبد الله سعيد: الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات، دار الحامد، عمان، ٢٠٠٧.
سهيلة عبدالله سعيد، " الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات"، دار حامد للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، ٢٠٧، ص ١٦
شفيق العتوم " بحوث العمليات " الطبعة الأولى، دارالمناهج، ٢٠٠٦، ص ١٤.
الصباح عبدالرحمن، **مبادئ الرقابة الإدارية،** عمان: دار زهران ١٩٩٧م.
الصباح عبدالرحمن، مبادئ الرقابه الادارية، عمان: دار زهران ١٩٩٧م.
عاصم عبد الرحمن الشيخ، "بحوث العمليات"، عمان: دار المناهج، ١٩٩٩م.
عاصم عبد الرحمن الشيخ، بحوث العمليات، عمان، دار المناهج، ١٩٩٩م.
عبد ذياب جزاع، "بحوث العمليات " جامعة بغداد، الطبعة الثانية، ١٦٨٦، ص١٩
عبد ذياب جزاع، بحوث العمليات، بغداد: جمعة بغداد، ١٩٨٥م.
عبيد سليمان خالد، ادارة الانتاج والعمليات، عمان: منشورات الجامعه الاردنيه ١٩٩م.
عبيرات سليمان خالد، إدارة الإنتاج والعمليات، منشورات الجامعة الأردنية، ١٩٩٩م.
علاء عبد الرزاق محمد السالمي: نظم دعم القرارات،ط١، دار وائل للنشر، عمان، ٢٠٠٥.
العلى ابراهيم، بحوث العمليات ؛ اللاذقيه : سوريا منشورات جامعة نشرين.
العلي إبراهيم، **بحوث العمليات،** اللاذقية: منشورات جامعه تشرين.
علي حمدي فؤاد، الاتجاهات الحديثة في الإدارة، البرمجة الخطية، بيروت، دار النهضة العربية، ١٩٨٢م.
علي حمدي فؤاد، **الاتجاهات الحديثة في الإدارة، البرمجة الخطية،** بيروت، دار النهضة العربية، ١٩٨٢م.
فرورى نعيم، التخطيط والرقابه على المشروع، حلب: منشورات جامعه حلب سوريا ١٩٩٥م.
مؤيد عبد الحسين الفضل وآخرون، "بحوث العمليات"، عمان: دار زهران، ١٩٩٩م.
مؤيد عبد الحسين الفضل وآخرون، بحوث العمليات، عمان: دار زهران، ١٩٩٩م.
مؤيد عبد الحسين الفضل، بحوث العمليات، عمان، دار زهران، ١٩٩٩م.
ماضي محمد توفيق إدارة الإنتاج والعمليات – مدخل اتخاذ القرارات – جامعة الإسكندرية – الإسكندرية١٩٩٧.

ماضي محمد توفيق، تخطيط ومراقبة الإنتاج؛ الإسكندرية، المكتب العربي الحديث، ١٩٩٢م.

ماضي محمد توفيق، **تخطيط ومراقبة الإنتاج؛** الإسكندرية، المكتب العربي الحديث، ١٩٩٢م.

محمد توفيق ماضى، ادارة الانتاج والعمليات، مدخل اتخاذ القرارات، الاسكندريه: جامعه الاسكندرية ١٩٩٧م.

محمد صالح الحناوي، محمد توفيق ماضي : " بحوث العمليات في تخطيط و مراقبة الانتاج "، الدار الجامعية، مصر، ٢٠٠٦، ص٧١.

محمد صالح حناوي، محمد توفيق ماضي: بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج، الدار الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٦.

محمد محمد كعبور: أساسيات بحوث العمليات (نماذج وتطبيقات)، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، ٢٠٠٥.

محمد محمد كعبور، "أساسيات بحوث العمليات"، القاهرة: المكتبة الأكاديمية، ١٩٩٢م.

محمد محمد كعبور، أساسيات بحوث العمليات، القاهرة: المكتبة الأكاديمية، ١٩٩١م.

محمد نور برهن وآخرون، "بحوث العمليات"، عمات: جامعة القدس المفتوحة، ١٩٩٨م.

محمود محمد المنصوري، الأساليب الكمية لاتخاذ القرارات الإدارية، بنغازي: منشورات المعهد العالمي للعلوم الإدارية والمالية، ١٩٨٩م.

مخيمر عبد العزيز جميل ١٩٩٧ – إدارة المشتريات والمخزون – الأسس العلمية النماذج الكمية – جامعة الملك سعود – الرياض.

مخيمر عبدالعزيز جميل، ادارة المشتريات والمخازن، الاسس العلمية والنماذج الكميه، الرياض: جامعة الملك سعود، ١٩٩٧م.

مشرف حسن، القاضى زياد، بحوث العمليات، تحليل كمى في الادارة، عمان: دار المسيرة. ١٩٩٧م.

مشرقي حسن – القاضي زياد بحوث العمليات – تحليل كمي في الإدارة – دار المسيرة – عمان١٩٩٧.

منعم زمرير، "الأساليب الكمية في الإدارة"، عمان: دار زهران، ١٩٩٣م.

موفق محمد الكبيسي، "بحوث العمليات"، عمان: دار الحامد، ١٩٩٩م.

النجار محمد عدنان –إدارة المشتريات والتخزين – منشورات جامعة دمشق– دمشق١٩٩٣.

نجنم عبود نجم، " مدخل للأساليب الكمية مع تطبيق باستخدام ميكروسوفت اكسل " الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الثانية، ٢٠٠٨، ص١٩

نعيم نصير، أساليب التحليل الكمي في الإدارة"، دمشق: دار الوثبة، ١٩٨٥م.

نعيم نصير، أساليب التحليل الكمي في الإدارة، دمشق: دار الوثيقة، ١٩٨٥م.

نعيم نصير، أساليب التحليل الكمي في الإدارة، دمشق، دار الوثبة، ١٩٨٥م.

الور فوزي يوسف الإشراف والتنظيم الصناعي – الطبعة الأولى – دار صفاء – عمان١٩٩٨.

ثانياً: المصادر الأجنبية:

Sang. Lee, Micro Management Science, Lowa: Wm. C Bron Publishers, 1986.

Barry, Render, Quantitative Analysis for Management, New Jersey; Pearson Education, Inc, 2003.

David, R. Anderson, An Introduction to Management Science, Ohio: Southern-Western, 2003.

Lee, Sang, Micro Management Science, Lowai W. M. C. Brown Publishers, 1986.

Barry, Render, Quantities Analysis for Management, New Jersey: Pearson Education, Inc. 2003.

David R., Anderson, An Introduction to Management Science, Ohio, South-Western, 2003.

Barry Render, Management Decision Modeling, New Jersey: Pearson Education, Inc., 2003.

David R. Anderson, Quantitative Methods for Business, Ohio; South-Western, 2001.

David Anderson, An Introduction to Management Science, Ohio; South-Western, 2003.

Barry Render, Quantitative Analysis for Management, New jersey: Pearson Education, Inc., 2003.

Barry Render, Management Decision Modeling, New jersey: Pearson Education, Inc., 2003.

الفهرس

الأساليب الكمية في إدارة الأعمال

Quantitative Methods in Business Administration







